

ЕКСПЕРТНЕ ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ПРОФЕСІОНАЛІЗМУ ОПЕРАТОРА СИСТЕМИ ВАДС

Бакуліч О.О., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Дудник А.А., Національний транспортний університет, Київ, Україна

EXPERT ASSESSMENT PROFESSIONAL LEVEL OPERATOR SYSTEM DVRE

Bakulich O.O., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine

Dudnik A.A., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА УРОВНЯ ПРОФЕССИОНАЛИЗМА ОПЕРАТОРА СИСТЕМЫ ВАДС

Бакуліч Е.А., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Дудник А.А., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Вступ. На сьогодні спостерігається дефіцит спеціальних досліджень, які направлені на вирішення проблеми готовності до професійної діяльності водія, психологічного аналізу процесу оволодіння діяльністю водія.

Підготовленість, розглядається як наявність у водія теоретичних знань, практичних навичок та вмінь, що дозволяють у будь-який час ефективно розв'язувати задачі безпечного керування автомобілем та виконувати свої функціональні обов'язки. Підготовленість водія не означає, що він готовий в певний момент виконати необхідні результативні дії. В реальних дорожньо-транспортних ситуаціях, рішення яке приймає водій залежить від його досвіду, мотивації, внутрішньої зібраності, емоційного стану.

У контексті досліджуваної проблеми, підготовленість водія залежить від: його теоретичних знань правил дорожнього руху; технічної будови автомобіля; основних принципів його функціонування; технології управління транспортним засобом; практичних умінь здійснювати основні дії при управлінні транспортним засобом з метою запобігання ДТП. Готовність водія це не тільки сукупність теоретичних знань і практичних навичок, а й мотиваційно-вольовий настрій, комунікативність у професійній діяльності. Тобто, підготовленість розглядається як результат навчання, а готовність – це більш широка характеристика, яка оснований не лише на навчанні, а й на всіх якостях особистості та її розвитку.

Таким чином, визначення рівня готовності водія до формування оптимальних послідовностей дій в екстремальних ситуаціях є актуальною проблемою для транспортних систем, в першу чергу, великих міст.

Метою даної роботи є побудова алгоритму, що встановлює рівень професіоналізму водія – оператора системи «Водій-Автомобіль-Дорога-Середовище» (ВАДС), як найвищий рівень розвитку суб'єкта, що являє собою цілісну систему критеріїв, які дозволяють встановити рівень професійної діяльності у відповідності до нормативних вимог.

Основна частина. Літературний огляд стосовно проблем професіональної готовності не містить системного підходу до встановлення поняття професіоналізму водія. На сьогодні можна виділити наступні підходи до поняття професійної готовності:

- готовність, як результат накопичення індивідуального досвіду, необхідних знань, умінь та навичок [1];
- готовність, як прояв сформованості або необхідного рівня розвитку певних психофізичних якостей, що формують професійний стан водія [2];
- готовність, як інтегрована якість, що складається з низки компонентів [3].

Ототожене поняття готовності та підготовленості [1], викликає деякий сумнів стосовно такої позиції, оскільки як показує досвід, водії з успішними теоретичними знаннями не завжди ефективно розв'язують нетривіальні практичні задачі, оскільки їм заважає емоційна нестриманість, недостатня

вольова регуляція, відсутність комунікативної культури. Готовність до професійної діяльності це багаторівнева мотиваційна освіта [2], яка розглядається як активний стан особистості, як якість, що визначає установки на професійні ситуації і дорожньо-транспортні задачі.

Поняття готовності та підготовленості надзвичайно важливі для встановлення рівня професіоналізму водія, проте їх явно недостатньо. Готовність відносно стійка й стабільна характеристика водія. Це комплексне поняття, якому не властивий ситуативний прояв. Тобто, в момент виконання професійної діяльності, зазвичай, підвищується мобілізаційний стан, проте готовність зберігається і поза межами професійної діяльності.

Готовність [3], це прояв усіх сторін особистості в їх цілості, яка забезпечує можливість ефективного виконання своїх функцій.

Поряд з поняттям готовність до діяльності і готовність до професійної діяльності використовується поняття психологічної готовності [4]. Психологічна готовність являється суттєвим компонентом професійної готовності як певної системи, але має ряд особливостей. Рівень розвитку психологічної готовності, як елемента професіоналізму, проявляється в успішній професійній діяльності. Так зокрема, психолого-діагностичні дослідження дають можливість встановити найбільш вагомі для водія характеристики:

психофізіологічні – адекватне сприйняття просторово-часового масштабу, окомір, стійкість, пам'ять, психологічна моторика, емоційна стійкість, динаміка працездатності;

особисті властивості та якості водія – нервово-психічна стійкість, темперамент, схильність до ризику, конфліктність.

Таким чином, основною складовою готовності до професійної діяльності є психологічна готовність, як комплексна психологічна освіта, тобто психологічна готовність – це широке поняття, а професійна готовність його структурна складова. Головна особливість професійної готовності, як стійкої системи якостей особистості водія полягає в тому, що вона формується завчасно, не вимагає формування безпосередньо перед виконанням певного завдання. При цьому психологічна готовність розглядається як миттєва, короткочасна.

Доцільно, готовність водія до професійної діяльності розглядати у сукупності з психологічною готовністю. При цьому, дане єдине за змістом поняття визначати як професіоналізм, що складається з низки компонентів (критеріїв) і функціональних зв'язків між ними.

Головною особливістю професіоналізму є його інтегративний характер, який проявляється в упорядкованості внутрішніх структур, узгодженості основних критеріїв професіоналізму особистості, тобто професіоналізму властиві ознаки, що свідчать про єдність психологічної та професійної готовності водія.

Для встановлення основних критеріїв (характеристик) професіоналізму водія, була проведена класифікація знайдених підходів, щодо встановлення його професійного рівня. Аналіз виділених підходів дозволив визначити комплексний підхід до визначення професійної готовності. Проведений теоретичний аналіз дозволяє характеризувати готовність як категорію професійної діяльності, що вказує на функціональні та особисті характеристики суб'єкта, які необхідні для успішного виконання професійної діяльності; як категорію професійного розвитку, що вказує на досягнення суб'єктом певного рівня професійного розвитку із відповідним ступенем володіння професійними навичками, що складають психологічну основу прояву компетентності і формування професіоналізму.

Надійність функціонування системи «Водій-Автомобіль-Дорога-Середовище», у значній мірі, залежить від професійної готовності водія як оператора, що управляє даною системою.

Водій, як основна ланка системи ВАДС, її оператор, отримує поточну інформацію шляхом спостереження за станом зміни дорожніх умов, транспортного потоку, параметрів зовнішнього середовища та з інформаційних табло панелі приладів автомобіля. На основі отриманої інформації водій робить її оцінку, прогнозує можливий розвиток на даний момент часу дорожньо-транспортної ситуації враховуючи рівень динамічних характеристик свого автомобіля, і потоку в цілому, приймає рішення про виконання тих чи інших дій направлених на раціональне управління автомобілем. Великий обсяг і характер інформації, яка постійно змінюється, особливо при русі в щільних транспортних потоках великих міст, не дає можливості своєчасно і точно її сприйняти та оцінити, а отже і відповідно прийняти правильне рішення. Таким чином, психофізіологічну готовність водія можна визначати за схемою: прийняття інформації – оцінка – прийняття рішення – реалізація.

Дія між підсистемами ВАДС проявляється в тому, що на характер прийнятих рішень, істотним чином, впливають суб'єктивні особливості водія. Аналіз розроблених, до теперішнього часу, моделей прийняття рішення водієм у тій чи іншій ситуації [4,5] показав що, в першому наближенні, до основних факторів (критеріїв), що відповідають за професійний рівень водія, які безпосередньо визначають характер його управляючих дій на автомобіль, відносяться: швидкість оброблення інформації, логічний інтелект, пам'ять, навігаційні якості, зорове сприйняття, компетентність, стомлюваність тощо.

Підсистема «Водій», у межах вулично-дорожньої мережі міста, являє собою множину водіїв, які на даний часовий зріз керують автотранспортними засобами. Так, для м. Києва, ця множина протягом доби має розмірність порядку 10^6 .

$$\begin{aligned} \{B\} &= B(\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n) \\ b_0 &\in B \\ b_0 &= b(\beta_{01}, \beta_{02}, \dots, \beta_{0n}) \end{aligned} \quad (1)$$

де, $\{B\}$ – множина водіїв у межах вулично-дорожньої мережі міста;

B – конкретний водій із множини;

β_n – параметри що визначають рівень професійності водія;

b_0 – водій, параметри якого відповідають найвищому рівню професіоналізму.

Водії, як об'єкти підсистеми, диференційовані за рівнем професіоналізму, який задається відповідними параметрами. Кількісний опис професіоналізму водіїв може бути здійснений на основі інтегрованої оцінки, яка побудована в результаті використання методів експертного оцінювання та методів анкетного опитування, як комплексна оцінка за відповідними критеріями, що виявляють основні професійні якості водія, тобто його готовність виконувати функції оператора системи ВАДС.

Аналіз літературних джерел, дозволив створити перелік кількісних та якісних критеріїв, які визначають професіоналізм водія. Цей перелік в деяких роботах сягає до 20-30 позицій.

Даний список критеріїв був пред'явлений групі експертів, яка налічувала 113 чоловік. У якості експертів були обрані водії-професіонали, що працюють водіями на транспортних засобах категорії М3 та N3 зі стажем роботи понад 10 років. При цьому експертам було дозволено вносити зміни в список критеріїв. У результаті проведеного індивідуального обговорення, експертами був сформований список критеріїв, що визначають, на їх думку, основні професійні якості водія. Це дозволило побудувати структурно-функціональну модель професійного рівня, водія, що показаною на рис. 1, яка складається з чотирьох блоків:

- кваліфікація;
- психофізіологічний стан;
- особисті якості;
- практичний рівень.

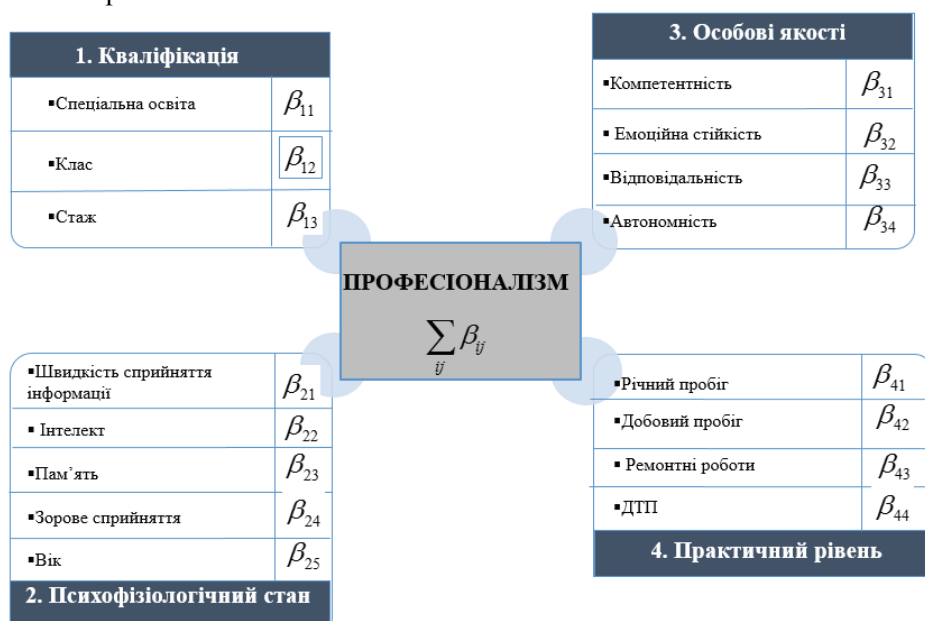


Рисунок 1 – Структурно-функціональна модель професійного рівня водія.

До кожного блоку увійшли відповідні критерії, які були оцінені експертами відповідно до процедури, що реалізована в методі безпосередньої експертизи [6-8], це дозволило встановити ранг та вагу для кожного критерію (табл. 2). Метод безпосереднього експертного оцінювання полягає в тому, що діапазон варіювання довільної кількісної змінної розбивається на декілька інтервалів, при цьому кожному з яких надається певна оцінка в балах. Початок шкали 0 балів означає відсутність значення критерію, а верхня межа – це прояв максимальної значимості критерія. Використовуючи подібну шкалу, експерт надає кожному критерію певне числове значення в межах створеної ним шкали. У цьому проявляється певний суб'єктивізм даного методу, який нівелюється за рахунок залучення статистично достатньої кількості експертів. Для встановлення вагових коефіцієнтів проводилося нормування бальних оцінок, а потім ранжирування розрахованих значень вагових коефіцієнтів ω_i за всіма експертами, що дозволило встановити ранг для кожного критерію R_i (табл. 1). Якщо позначити через p_{ij} – бал j -го експерта ($j = 1, \dots, m$), який він виставив для i -го критерію ($i = 1, \dots, n$), тоді

$$r_{ij} = \frac{p_{ij}}{\sum_{i=1}^n p_{ij}}, \quad (2)$$

де, $\sum_{i=1}^n p_{ij}$ – сума балів виставлена j -м експертом за всіма критеріями;

r_{ij} – нормована бальна оцінка, розрахована для i -го критерію j -м експертом.

Звідки, враховуючи, що $r_i = \sum_{j=1}^m r_{ij}$, отримаємо вагу критерія:

$$w_i = \frac{r_i}{\sum_{i=1}^m r_i}. \quad (3)$$

Таблиця 1 – Експертна оцінка критеріїв професіоналізму водія методом безпосередньої експертизи

β_{ij}	β_{11}	β_{12}	β_{13}	β_{21}	β_{22}	β_{23}	β_{24}	β_{25}	β_{31}	β_{32}	β_{33}	β_{34}	β_{41}	β_{42}	β_{43}	β_{44}
R_{ij}	16	10	2	3	13	12	8	14	1	4	7	15	6	9	11	5
ω_{ij}	0,00	0,01	0,18	0,12	0,00	0,00	0,03	0,00	0,20	0,14	0,03	0,00	0,08	0,02	0,00	0,10

де, β_{ij} – параметри професійного рівня водія;

R_{ij} – ранг параметру β_{ij} виставлений за ранговими оцінками всіх експертів;

ω_{ij} – вагові оцінки параметрів β_{ij} .

Критерії, вага яких виявилася менша ніж 0,01 були вилучені зі списку, таким чином залишилося 10 критеріїв. Після проведених експертиз, список критеріїв був остаточно сформований, що дало можливість відкоригувати структурно-функціональну модель професійного рівня оператора ВАДС (рис. 2). До списку увійшли критерії, що підлягають як кількісній так і якісній оцінці. Це, в певній мірі ускладнює проблему, оскільки необхідно запропонувати деякий алгоритм кількісного оцінювання якісних лінгвістичних змінних. Зокрема, це стосується критеріїв, що увійшли до блоку «психофізичний стан» та «особові якості».

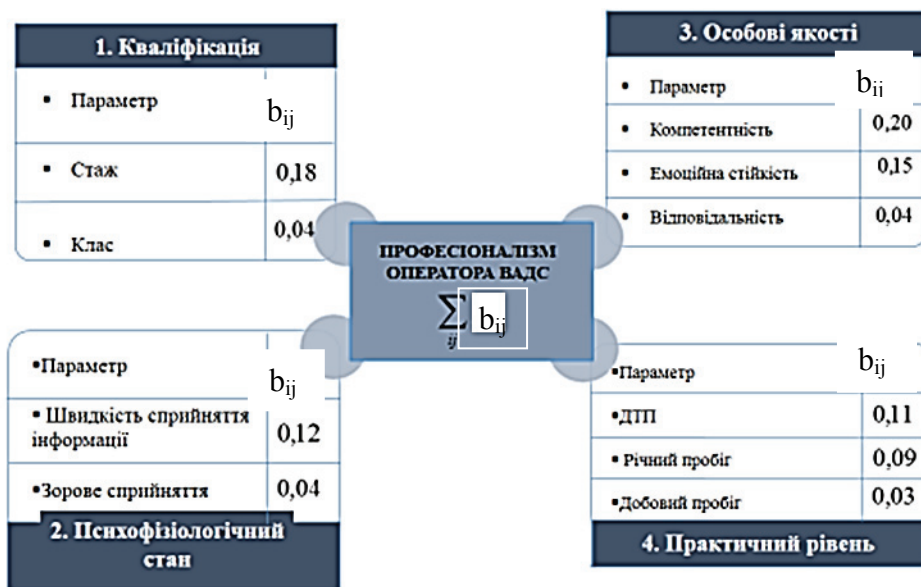


Рисунок 2 – Структурно-функціональна модель професійного рівня оператора ВАДС

Оскільки в експертних оцінюваннях критеріїв професіоналізму приймала участь експертна група, то необхідно було з'ясувати на скільки їх оцінки узгоджені. Побудований графік середніх ваг (рис. 3) показує, порівняльні оцінки професіоналізму водія за методами безпосередньої експертизи та аналізу ієрархії. Очевидно, що за деякими критеріями, зокрема компетентністю, думки експертів не співпадають, незважаючи на те, що коефіцієнт конкордації – критерій узгодженості експертів, виявився досить високим 0,67.

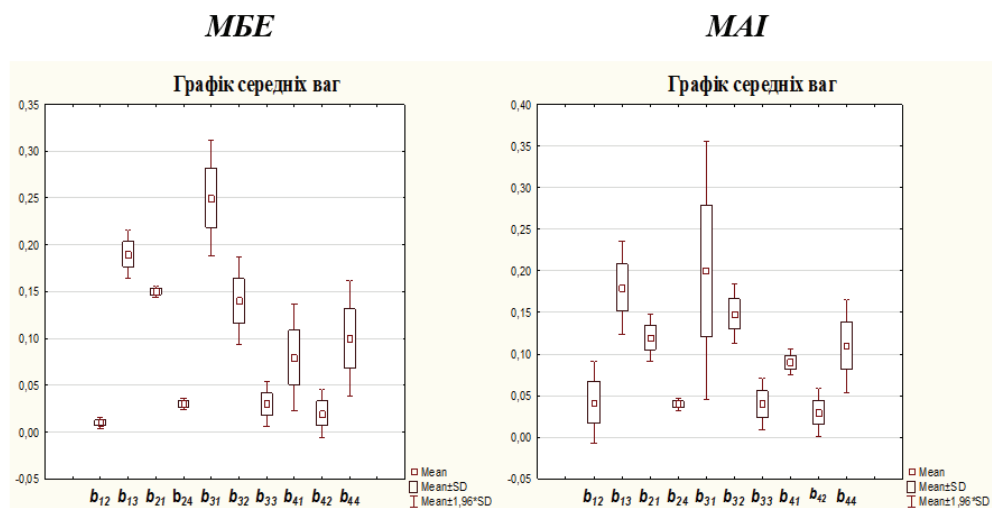


Рисунок 3 – Експертна оцінка критеріїв професіоналізму оператора системи ВАДС

Проведена статистична оцінка найбільш вагомих параметрів (табл. 2), що увійшли до математичної регресійної моделі. Результати регресії вказують на високу статистичну значимість отриманих результатів.

Таблиця 2 – Множинна лінійна регресія

N=1101	β_{ij}^*	Std.Err.	β_{ij}	Std.Err.	t(1091)	p-value
β_{13}	0,628479	0,01353	0,019371	0,000417	46,4276	0,000000
β_{42}	0,481889	0,00899	0,000910	0,000017	53,5679	0,000000
β_{12}	0,121327	0,02451	0,029694	0,005999	4,9501	0,000001
β_{44}	0,109578	0,00891	0,020790	0,001692	12,2886	0,000000
β_{25}	0,084088	0,01459	0,002309	0,000401	5,7611	0,000000
β_{11}	0,057720	0,02471	0,023451	0,010043	2,3352	0,019714

$$B=0,63\beta_{13}+0,48\beta_{42} \quad (4)$$

де, β_{13} – стаж роботи водієм;

β_{42} – добовий пробіг водія.

Як результат досліджень, побудована 3D поверхня високого професіоналізму підсистеми Водій (рис. 4). Отримано математичний образ цієї поверхні, який дозволяє при заданих параметрах (Стаж та Добовий пробіг) визначити рівень професіоналізму даного водія.

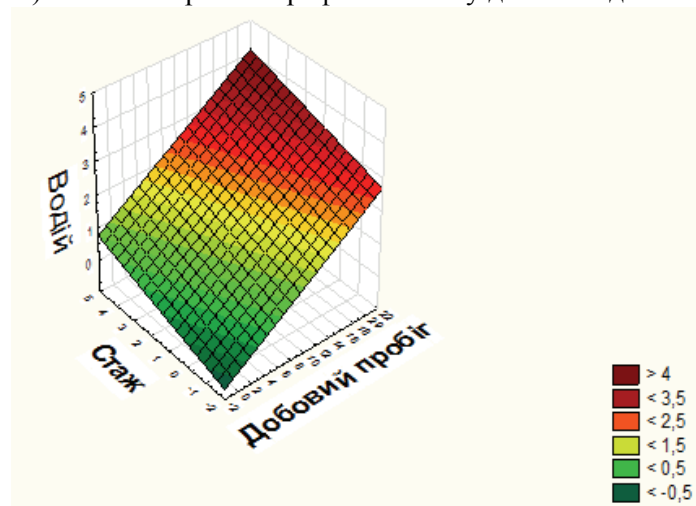


Рисунок 4 – 3D поверхня підсистеми Водій

$$b=1,105E-5+0,1407*x+0,2068*y \quad (5)$$

Як видно з графіку 3D поверхні область, що виділена найтемнішим кольором можна тлумачити як область найвищої професійності водія.

Висновки. За результатами експертного оцінювання побудована структурно-функціональна модель професійного рівня водія, яка складається з чотирьох блоків: кваліфікація; психофізіологічний стан; особові якості; практичний рівень. Встановлені основні критерії та визначені вагові коефіцієнти, проведена статистична оцінка найбільш вагомих параметрів що наповнюють зміст блоків професійного рівня оператора системи ВАДС, та як результат – побудована 3D поверхня професіоналізму підсистеми Водій.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Деркач А. А. Акмеология: личностное и профессиональное развитие человека / А. А. Деркач. – М. : РАГС, 2000.
2. Дмитриева М. А., Дружилов С. А. Уровни и критерии профессионализма: проблемы формирования современного профессионала [Текст] / М. Дмитриева, С. Дружилов // Сибирь. Философия. Образование. – Альманах: СО РАО, ИПК, Новокузнецк, 2000. – Выпуск 4. – С. 18–30.
3. Дружилов, С.А. Психологические проблемы формирования профессионализма и профессиональной культуры специалиста [Текст] / С. А. Дружилов. – Новокузнецк: Изд-во ИПК, 2000. – 127 с.
4. Романов А. Н. Автотранспортная психология [Текст] / Александр Николаевич Романов. – М.: Издательский центр «Академия», 2002. – 224 с.
5. Абрамова М. Ю. Анализ подходов к определению профессиональной готовности к деятельности водителя. Ярославский педагогический вестник – 2012 – № 3 – Том II. С. 266-269.
6. Литвак Б. Г. Экспертные технологии в управлении. – М.: Дело, 2004. – 398 с.
7. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование: учебник: в 3 ч. Ч. 2: Экспертные оценки. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, – 2011. – 486 с.
8. Сидельников Ю.В. Системный анализ экспертного прогнозирования. – М., 2007. – 453 с.

REFERENCES

1. Derkach A.A, Akmeologija: personal and professional development of human / A. A. Derkach. – M. Civil Engineering – 2000. (Rus)
2. Dmitriev M.A, Druzhilov S.A. levels and criteria of professionalism: problems of formation of modern professional [Text] / M.A Dmitriev, S.A Druzhilov // Siberia. Philosophy. Education. – Almanac: SB RAO, IPK, Novokuznetsk, 2000. – Issue 4 – pp 18-30. (Rus)
3. Druzhilov S.A. Psychological problems of formation of professionalism and professional culture specialist [Text] / S.A. Druzhilov. – Novokuznetsk Univ IPK, 2000. – 127 p. (Rus)
4. Romanov A.N. Trucking psychology [Text] / Alexander Romanov. – Moscow: Publishing Center "Academy", 2002. – 224 p. (Rus)
5. Abramova M. Y. Analysis of approaches to the definition of professional readiness for the driver. Yaroslavl Pedagogical Gazette – 2012 – № 3 – Volume II. Pp 266-269. (Rus)
6. Litvak B.G. Expert technology in management. – M.: Case, 2004. – 398 p. (Rus)
7. Orlov A.I. Organizational-economic modeling: tutorial: 3 hours. Part 2: Expert estimates. – M.: Publishing House of the MSTU. NE Bauman – 2011. – 486 p. (Rus)
8. Sidel'nikov Y. System analysis of expert predictions. – M., 2007. – 453 p. (Rus)

РЕФЕРАТ

Бакуліч О.О. Експертне оцінювання рівня професіоналізму оператора системи ВАДС / О.О. Бакуліч, А.А. Дудник // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

Мета роботи: побудова алгоритму, що встановлює рівень професіоналізму водія, як оператора системи «Водій-Автомобіль-Дорога-Середовище» (ВАДС), визначає певний рівень розвитку суб'єкта, що являє собою цілісну систему критеріїв, які дозволяють встановити рівень професійної діяльності у відповідності до нормативних вимог.

Надійність функціонування системи «Водій-Автомобіль-Дорога-Середовище», у значній мірі, залежить від професійної готовності водія як оператора, що управляє даною системою. Для повного розуміння психологічних особливостей водія недостатньо вивчити окремі психічні процеси, що супроводжують його діяльність, необхідно знати й властивості, що характеризують людину як особистість. Для встановлення основних критеріїв (характеристик) професіоналізму водія, була проведена класифікація комплексних підходів, щодо встановлення професійного рівня водія. Таким чином, психофізіологічну готовність водія можна визначати за схемою: прийняття інформації – оцінка – прийняття рішення – реалізація. В результаті експертного оцінювання, список критеріїв був остаточно сформований, що дало можливість відкоригувати структурно-функціональну модель професійного рівня оператора ВАДС. Як результат – побудована 3D поверхня професіоналізму підсистеми Водій.

Актуальність дослідження обумовлена необхідністю забезпечення підвищення якості функціонування системи ВАДС, якщо аналогічний підхід застосувати для інших підсистем даної системи.

Результати статті можуть бути використані для оцінки функціонування системи ВАДС в транспортних потоках підвищеної щільності.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕКСПЕРТНЕ ОЦІНЮВАННЯ, ПРОФЕСІОНАЛІЗМ ВОДІЯ, СИСТЕМА ВАДС, ПРОФЕСІЙНА ГОТОВНІСТЬ, МЕТОД БЕЗПОСЕРЕДНЬОЇ ЕКСПЕРТИЗИ, МЕТОД АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЇ, СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА МОДЕЛЬ

ABSTRACT

Bakulich O.O., Dudnik A.A. Expert assessment professional level operator system DVRE. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

Purpose: construction algorithm that determines the level of professionalism of the driver, a system operator "driver-vehicle-road-environment" (DVRE) defines a certain level of the subject, is a holistic system of criteria that allow you to set the level of professional activities in accordance with regulatory requirements.

Reliability of the system "driver-vehicle-road-environment" largely depends on the willingness of professional license as an operator that controls this system. To fully understand the psychological characteristics of the driver is not enough to consider some mental processes by which the activity needs to know and properties that characterize a person as an individual. To establish the basic criteria (characteristics) professional driver, was a classification of integrated approaches to establish a professional-level driver. Thus, physiological readiness of the driver can be determined according to the scheme: the adoption of information – evaluation – decision – implementation. As a result, expert evaluation, a list of criteria was finally formed, making it possible to adjust the structural and functional model of professional development provider DVRE. As a result – based 3D surface professional driver subsystem. Relevance of the study due to the need to ensure quality improvement of the system Vadso if a similar approach applied to other subsystems of the system.

The results of the paper can be used to assess the functioning of DVRE in traffic flows increased shilnosti.

KEY WORDS: EXPERT ASSESSMENT, PROFESSIONAL LEVEL, SYSTEM DVRE, PROFESSIONAL READINESS, METHOD OF DIRECT EXAMINATION, METHOD OF ANALYSIS HIERARCHY, STRUCTURAL-FUNCTIONAL MODEL.

РЕФЕРАТ

Бакулич Е.А. Экспертная оценка уровня профессионализма оператора системы ВАДС / Е.А. Бакулич, А.А. Дудник // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

Цель работы: построение алгоритма, устанавливающего уровень профессионализма водителя, как оператора системы «Водитель-Автомобиль-Дорога-Среда» (ВАДС), определяет уровень развития субъекта, представляет собой целостную систему критериев, позволяющих установить уровень профессиональной деятельности в соответствии с нормативным требованием.

Надежность функционирования системы «Водитель-Автомобиль-Дорога-Среда», в значительной степени, зависит от профессиональной готовности водителя как оператора, управляющего данной системой. Для полного понимания психологических особенностей водителя недостаточно изучить отдельные психические процессы, сопровождающие его деятельность, необходимо знать и свойства, характеризующие человека как личность. Для установления основных критериев (характеристик) профессионализма водителя, была проведена классификация комплексных подходов по установлению профессионального уровня водителя. Таким образом, психофизиологическую готовность водителя можно определять по схеме: восприятие информации – оценка – принятие решения – реализация. В результате экспертной оценки, список критериев был окончательно сформирован, что позволило откорректировать структурно-функциональную модель профессионального уровня оператора ВАДС. Как результат – построена 3D поверхность профессионализма подсистемы Водитель. Актуальность исследования обусловлена необходимостью

обеспечения повышения качества функционирования системы ВАДС, если аналогичный подход применить для других подсистем данной системы.

Результаты статьи могут быть использованы для оценки функционирования системы ВАДС в транспортных потоках повышенной плотности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА, ПРОФЕССИОНАЛИЗМ ВОДИТЕЛЯ, СИСТЕМА ВАДС, ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ГОТОВНОСТЬ, МЕТОД НЕПОСРЕДСТВЕННОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ, МЕТОД АНАЛИЗА ИЕРАРХИИ, СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ.

АВТОРИ:

Бакуліч О.О. кандидат технічних наук, професор, Національний транспортний університет, декан факультету економіки, менеджменту і права, професор кафедри транспортних систем та безпеки дорожнього руху, e-mail: bakulich@rambler.ru., тел. +380442803876, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1.

Дудник А.А., Національний транспортний університет, аспірант кафедри транспортних систем та безпеки дорожнього руху, e-mail: dudnik_aa@ukr.net., тел. +380978417988 Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1.

AUTHOR:

Bakulich O.O. Ph.D., professor, National Transport University, Dean of the Faculty of Economics, Management and Law, professor department of transport systems and road safety, e-mail: bakulich@rambler.ru, tel. +380442803876, Ukraine, 01010 Kyiv, Suvorova str. 1.

Dudnik A.A, National Transport University, postgraduate department of transport systems and road safety, e-mail: dudnik_aa@ukr.net, тел. +380978417988, Ukraine, 01010 Kyiv, Suvorova str.1.

АВТОРЫ:

Бакуліч Е.А. кандидат технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, декан факультета экономики, менеджмента и права, профессор кафедры транспортных систем и безопасности дорожного движения, e-mail: bakulich@rambler.ru, тел. +380442803876, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1.

Дудник А.А., Национальный транспортный университет, аспирант кафедры транспортных систем и безопасности дорожного движения, e-mail: dudnik_aa@ukr.net, тел. +380978417988 Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Данчук В.Д., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри електроніки та обчислювальної техніки, Київ, Україна.

Оксіюк О.Г., доктор технічних наук, доцент, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, завідувач кафедри кібербезпеки та захисту інформації, Київ, Україна.

REVIEWER:

Danchuk V.D., Ph.D, Professor, National Transport University, head of department of electronics and computer science, Kyiv, Ukraine.

Oksijuk A.G., Ph.D, Associate Professor, Taras Shevchenko National University of Kyiv, head of department cyber security and information security, Kyiv, Ukraine.

ФОРМУВАННЯ РОЗПОДІЛЬЧИХ СИСТЕМ ПОСТАЧАЇ

Бакуліч О.О., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Мусатенко О.В., Національний транспортний університет, Київ, Україна

FORMATION OF DISTRIBUTION SUPPLY

Bakulich O.O., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine

Mysatenko E.V., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ФОРМИРОВАНИЕ РАССПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОСТАВОК

Бакулич Е.А., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Мусатенко Е.В., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Вступ. Впровадження логістичних принципів у господарську діяльність передбачає, що для задоволення певної потреби споживача вироблений товар має бути доставлений від виробника до споживача із заданими властивостями, у необхідній кількості, у конкретне місце і за визначений термін. Розповсюдження товару відбувається за допомогою системи розподілу, що складається з каналів розподілу. Під каналом розподілу розуміють сукупність фірм або посередницьких баз (складів), через які проходить товар під час його руху від виробництва безпосередньо до місць споживання. Таким чином, кожна проміжна ланка, виконує функції зберігання, концентрації, розсіювання та перекомплектації вантажопотоків. Такі системи мають ієрархічну структуру і широко використовуються при перевезенні вантажів дрібними відправленнями, доставці поштових кореспонденцій, в комунікаційних мережах, тощо. Відомо, що розподільчі системи, при інших рівних умовах, визначають ефективність доставки вантажів, вартість реалізації та конкурентоздатність товару. Тому підприємствам України в умовах виходу на європейський ринок необхідно формувати ефективні розподільчі системи. Поодинокі дослідження в цьому напрямку не дають відповіді на перелік запитань практичної діяльності. Тому, вивчення закономірностей формування розподільчих систем постачань потребує наукового дослідження. Рішення цієї задачі відповідає положенням „Транспортної стратегії України на період до 2020 року” та Коаліційної угоди ВР України VIII скликання.

Аналіз літературних джерел. Задача формування розподільчої системи передбачає встановлення її топологічної структури, а також функціонального, технічного, технологічного та інформаційного наповнення. Дослідженням топологічних структур на транспорті та зв'язку присвячені роботи таких вчених, як Біляєва В.М., Воркута А. І., Миротина Л.Б., Мольнара Й., Советова Б.Я., Яковлева С.А., та інших [1 – 7]. В цих роботах вивчені особливості функціонування окремих об'єктів дослідження, розроблені методики аналізу та синтезу відповідних топологічних структур. Автори робіт підкреслюють, що для обґрунтування топологічної структури транспортної розподільчої системи необхідно в інтегрованому виді дослідити організацію роботи транспорту на маршрутах, технологічні цикли прийому, відправлення, переробки та зберігання вантажів у розподільчих центрах. Аналіз робіт свідчить, що суттєве підвищення ефективності роботи виробничо-транспортної системи можливе тільки шляхом розробки теоретичних засад формалізації процесів доставки вантажів, створення орієнтованих на комп'ютерне забезпечення математичних моделей для ідентифікації цих процесів і синтезу топологічних структур і алгоритмів управління постачаннями та перевезеннями, реалізації архітектури таких мереж.

Таким чином, метою дослідження є аналіз результатів виконаних робіт із формування розподільчих систем постачань для встановлення продуктивних гіпотез, моделей процесів та глибини

їх відображення, способів рішення, переліку вихідних даних і розрахункових параметрів, який стане обґрунтуванням розробки методики формування таких систем.

Основна частина. Функціонування розподільчих систем постачань визначається багатьма особливостями, з яких найбільш вагомими є наступні: масштабність і громіздкість розподільчої мережі, різні режими роботи підприємств, великий ступінь нерівномірності надходження вантажів протягом планового періоду, залежність перевізного процесу від умов руху транспортних засобів, обмежена пропускна та переробна здатність посередницьких підприємств тощо.

Аналіз структур розподільчих систем постачань дозволив класифікувати їх за кількістю рівнів (1, 2, 3...рівневі), за кількістю пунктів на вищому рівні (один, багато), наявністю транспортних сполучень між пунктами одного рівня (є, немає, окремі зв'язки), кількістю товарів в системі (однопродуктова та багатодуктова).

Встановлено, що ефективність розподільчих систем постачань, при інших рівних умовах, визначається організацією доставки вантажів, від якої залежать витрати на перевезення. Тому формування розподільчої системи постачань потребує комплексного рішення із урахуванням транспортної складової.

В залежності від орієнтованості на певні товари системи постачань, науковці приймають різні гіпотези та моделі процесів функціонування системи. Так для дослідження дворівневих систем постачань вчені використовували аналітичні [1, 3, 5, 8] та імітаційні [2, 7, 8] методи. Серед аналітичних методів перевагу надають методам теорії масового обслуговування, лінійного програмування та математичного аналізу. Імітаційні методи передбачали розробку математичних моделей різної глибини відображення процесів та використання комп'ютерного забезпечення.

Розгляд більш складних за дворівневі топологічних структур системи постачань, а також врахування собівартості перевезень автомобілями різних типів, витрат на перевантаження та сортування вантажів тощо, значно ускладнює вирішення задачі аналітичними методами і тому потребує розробки спеціальних імітаційних моделей.

Не дослідженою залишається проблема визначення оптимальної кількості рівнів у системі постачань та залежності їх від зовнішніх та внутрішніх факторів.

Встановлено, що при синтезі оптимальної структури системи постачань необхідно враховувати дві суперечливі вимоги. З одного боку, необхідно мінімізувати витрати на побудову розподільчої мережі системи, що досягається ліквідацією збиткових зв'язків; з іншого боку, необхідно враховувати, що порушення зв'язаності мережі порушує функціонування мережі в цілому як єдиної системи. Тому в системах передачі інформації для забезпечення високої надійності зв'язку вимагають наявності існування не менше двох незалежних шляхів передачі інформації, що досягається введенням деякої надлишкової кількості зв'язків. У транспортних системах надлишкова кількість зв'язків вводиться з метою скорочення загального пробігу транспортних засобів і критерій надійності мережі приймає інший зміст. Аналіз досліджень із питань надійності перевезень свідчить, що її рівень визначається такими показниками як середня тривалість доставки вантажів та розподіл часу доставки між відправниками і одержувачами в цілому по мережі. При цьому, тривалість доставки характеризує можливість задоволення потреб споживачів за критерієм часу, що витрачається на доставку, а розподіл часу доставки характеризує гарантовані терміни виконання перевезень для різних груп одержувачів вантажу.

З урахуванням того, що основною задачею системи постачань є доставка товару від відправника до одержувача при виконанні вимог щодо показників рівня процесу обслуговування, вихідними даними для рішення задачі синтезу оптимальної топологічної структури мережі системи постачань доцільно використовувати:

- характеристики потоків;
- характеристики розташування і переробної потужності розподільчих центрів;
- вимоги щодо рівня виконання перевезень;
- склад і основні характеристики транспортних та технічних засобів перевалки вантажу;
- обмеження щодо вибору топологічної структури.

При вирішенні задачі синтезу оптимальної топологічної структури системи постачань необхідно вибрати критерій, за яким оцінюється ефективність порівнюваних варіантів. Аналіз досліджень із цього питання свідчить, що за критерій більшість науковців вибирають показники, які

характеризують оцінку витрат коштів та часу на виконання доставки товару. Використання в якості критерію показників вартості або техніко-економічних показників пояснюється тим, що великі системи, до яких відноситься і розподільча система постачань, неможливо проектувати без врахування матеріальних витрат.

Нехай A і B – сукупності відповідно вхідних і вихідних змінних, що описують топологічну структуру системи постачань; C – вихідна функція; D – функція оцінки варіантів топологічної структури системи постачань; E – критерій оцінки ефективності варіантів топологічних структур, де $C: A \rightarrow B$; $D: A \times B \rightarrow E$. Тоді задача оптимізації топологічної структури системи постачань формулюється – у сукупності допустимих рішень $A_d \in A$, знайти таке значення із сукупності допустимих $a_0 \in A_d$, щоб для всіх $a \in A$: $d(a_0) \geq d(a)$; $d(a) = D(a, C(a))$.

Сукупність A включає в себе вихідні дані вирішуємої задачі синтезу, множину допустимих рішень A_d , тобто дані, що відповідають варіантам топологічних структур системи постачань, які задовольняють встановленим вимогам і обмеженням. Множина вихідних змінних B визначається як сукупність показників рівня організації процесу доставки вантажів. Варьюємими параметрами вирішуємої задачі синтезу є параметри, які описують структуру системи доставки вантажів, тобто кількість і місце знаходження проміжних центрів, а також характеристики транспортних та технічних засобів, які вибирають таким чином, щоб при заданих параметрах вантажних потоків, вибраних методах організації руху та обмеженнях були виконані вимоги, щодо рівня перевезень.

Елемент a_0 є рішенням задачі синтезу, яка задається трійкою (C, D, A_d) . Складність рішення задачі пов'язана з необхідністю врахування значної кількості факторів, що впливають на процеси функціонування системи доставки вантажів та стохастичністю цих процесів.

Методика вирішення задачі синтезу оптимальної структури системи постачань передбачає: визначення раціональної кількості рівнів системи, обґрунтування кількості, перевалювальної потужності та розміщення об'єктів інфраструктури системи на кожному рівні. Формування сукупності таких об'єктів на нижньому рівні полягає в розбитті на множини що не перетинаються, первісних пунктів зародження і поглинання відправлень з урахуванням територіальної близькості, технологічних обмежень на величину території що обслуговується (визначається обмеженнями витрати часу на виконання рейсів і вантажопідйомністю транспортних засобів) та потужності вантажопотоків. Використовуючи, аналогічні принципи і враховуючи можливі технології перевезень, результати маршрутизації перевезень та вплив кількості перевантажень на вартість і час доставки формуються структури вищих рівнів.

З метою скорочення розмірності задачі доцільно виконати її декомпозицію шляхом поділу на окремі задачі відповідно кількості ієрархічних рівнів системи постачань. В цьому випадку розмірність кожної з вирішуваних задач значно зменшується по відношенню до початкової, і відповідно зменшується кількість варіантів, що потребують розгляду.

У кожній із вирішуваних задач необхідно враховувати утворення складських запасів у каналах розподілу. Вплив складських запасів на ефективність логістичної системи та управління запасами мають розвинену теоретичну базу [9]. Тому їх врахування не передбачає виникнення значних проблем. Однак, дотична до цієї задачі проблема координації матеріальних потоків у логістичних системах досліджена ще недостатньо. Науковці, у більшості випадків, наголошують тільки на важливості вирішення цієї проблеми, але загально визнані методики її рішення відсутні.

Висновки. Впровадження у господарську діяльність логістичних принципів потребує розбудови розподільчих систем постачання на основі перевірених у практиці теоретичних положень, які розроблені у недостатньому обсязі.

Розроблені методики формування розподільчої системи постачань орієнтовані на доставку конкретних вантажів, відрізняються підходами до вирішення задачі, глибиною відображення процесів у системі, критеріями ефективності, методами рішення тощо, що викликає різні результати при розгляді однієї і тієї ж задачі та свідчить про актуальність досліджень у цьому напрямку.

Складність задачі вибору оптимальної топологічної структури виключає можливість рішення на основі єдиної моделі системи постачань, в якій на базі складних математичних залежностей описується взаємний зв'язок змінних системи і всіх параметрів, що розглядаються. Тому перспективною методикою вирішення поставленої задачі є методика, що передбачає комбінацію аналітичних методів і методів моделювання.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Воркут А. И. Грузовые автомобильные перевозки / А. И. Воркут. – [2-е изд.]. – К. : Вища школа, 1986. – 447 с.
2. Беляев В. М. Терминальные системы перевозок грузов автомобильным транспортом / В. М. Беляев – М.: Транспорт, 1987.— 287с.
3. Мольнар И. Планирование развития сети почтовой связи / И. Мольнар —М.: Радиосвязь, 1987. – 143с.
4. Советов Б. Я. Построение сетей интегрального обслуживания / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев —Л.: Машиностроение, 1990. —332с.
5. Поштовый зв'язок / [Скляренко С.М., Стеклов В.К., Беркман Л.Н.] ; під ред. В.К. Стеклова. – 2-ге вид. стереотип. – К. : Техніка, 2004. – 904 с.
6. Транспортні технології в системах логістики / [Дмитриченко М. Ф., Левковець П. Р., Ткаченко А. М. та ін.] ; під ред. М. Ф. Дмитриченко. – К.: ІНФОРМАВТОДОР, 2007. – 676 с.
7. Интегрированная логистика накопительно-распределительных комплексов / [Миротин Л.Б., Некрасов А.Г., Куликова Е.Ю. та ін.] под ред. Л.Б. Миротина. – М.: Из-во «Экзамен», 2003. – 448 с.
8. Нефедов В.Н. Повышение эффективности автомобильных перевозок партионных грузов с использованием распределительных центров : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: 05.22.01 «Транспортні системи» / В. Н. Нефедов. – Х., 2006. – 18 с.
9. Модели и методы теории логистики / [Лукинский В.С., Лукинский В.В., Малевич Ю.В. и др.] ; под ред. В. С. Лукинского. – СПб. : Питер, 2008. – 448 с. – (Серия «Учебное пособие»).

REFERENCES

1. Vorkut A.I. Freight transport by road / A.I. Vorkut. – [2nd ed.]. – K: High School, 1986. – 447 p. (Rus)
2. Belyaev V.M. Terminal systems transport of goods by road / V.M. Belyaev – M.: Transport, 1987. – 287 p. (Rus)
3. Molnar I. Development Planning postal network / I. Molnar – M.: Radio, 1987. – 143 p.
4. Sovetov B.J. Networking Integrated Services / B.J. Sovetov, S.A. Yakovlev – L.: Engineering, 1990. -332 p. (Rus)
5. Postal service / [Sklyarenko S.M., Steklov V.K., Berkman L.N.]; ed. V.K. Steklov. – 2nd ed. stereotype. – K.: Technology, 2004. – 904 p. (Ukr)
6. Transport technologies in logistics systems / [Dmytrychenko M.F, Levkovets P.R., Tkachenko A.M. et al.]; ed. M.F. Dmytrychenko. – K.: INFORMA VTODOR, 2007. – 676 p. (Ukr)
7. Integrated logistics accumulation and distribution systems / [Miroitin L.B., Nekrasov A.G., Kulikova E.Y. that in.] ed. L.B. Miroitin. – M.: Publisher "Exam", 2003. – 448 p. (Rus)
8. V.N. Nefedov Improving the efficiency of road transport of goods using partionnyh distribution centers: / VN Nefedov. – X., 2006. – 18 p. (Rus)
9. Models and methods of the theory of logistics / [Lukinskiy V.S., Lukinskiy V.V., Malevich Y. et al.]; Ed. V.S. Lukinskiy. – SPb.: Peter, 2008. – 448 p. – (Series "Tutorial"). (Rus)

РЕФЕРАТ

Бакуліч О.О. Формування розподільчих систем постачань / О.О. Бакуліч, О.В. Мусатенко // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

Мета роботи – обґрунтування використання моделей, гіпотез та припущень, методів рішення окремих задач при описі розподільчих систем постачань.

Констатовано, що відомі моделі розподільчих систем постачань, не в повній мірі відображають реальні процеси. Основним їх недоліком є відсутність комплексного врахування технічних, технологічних, економічних і організаційних аспектів доставки товарів. Встановлено, що розроблені методики формування розподільчої системи постачань орієнтовані на доставку конкретних вантажів, відрізняються підходами до вирішення задачі, глибиною відображення процесів у системі, критеріями ефективності, методами рішення тощо, що викликає різні результати при розгляді однієї і тієї ж задачі та свідчить про актуальність досліджень у цьому напрямку.

Виявлено, що при синтезі оптимальної структури системи постачань необхідно враховувати дві суперечливі вимоги. З одного боку, необхідно мінімізувати витрати на побудову розподільчої мережі системи, що досягається ліквідацією збиткових зв'язків; з іншого боку, необхідно враховувати, що порушення зв'язаності мережі порушує функціонування мережі в цілому як єдиної системи, тобто зменшує рівень її надійності.

Обґрунтовано, що складність задачі вибору оптимальної топологічної структури виключає можливість рішення на основі єдиної моделі системи постачань, в якій на базі складних математичних залежностей описується взаємний зв'язок змінних системи і всіх параметрів, що розглядаються. Тому перспективною методикою вирішення поставленої задачі є методика, що передбачає комбінацію аналітичних методів і методів моделювання.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: РОЗПОДІЛЬЧА СИСТЕМА, НАДІЙНІСТЬ, ТОПОЛОГІЧНА СТРУКТУРА, МОДЕЛЬ, ЛОГІСТИКА, ПОСТАЧАННЯ.

ABSTRACT

Bakulich O.O., Musatenko O.V. Formation of distribution supply. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

Purpose – to justify the use of models, hypotheses and assumptions, methods for solving certain problems in describing the distribution of supplies.

It notes that certain models of distribution systems supply not fully reflect the actual processes. Their main drawback is the lack of a comprehensive consideration of technical, technological, economic and organizational aspects of the delivery of goods. Found that developed method of forming distribution supply chain focused on delivery of specific goods, different approaches to solving the problem, depth mapping of processes in the system, performance criteria, methods of making, etc., which causes different results when considering the same problem and shows the relevance of research in this direction.

Found that the optimal structure of the supply chain need to consider two conflicting requirements. On the one hand, the need to minimize the cost of building a distribution network system, achieved the elimination of unprofitable relationships; on the other hand, be aware that a violation of network connectivity disrupt the network as a whole as a single system that reduces its reliability.

Proved that the complexity of the problem of choosing the optimal topological structure eliminates the possibility of a decision based on a single model of supply, which based on complex mathematical relationships described interconnection system variables and all parameters examined. So promising technique solve this problem is a technique that involves a combination of analytical methods and modeling techniques.

KEY WORDS: DISTRIBUTION SYSTEM, RELIABILITY, TOPOLOGICAL STRUCTURES, MODELS, LOGISTICS, SUPPLY.

РЕФЕРАТ

Бакулич Е.А. Формирование распределительных систем поставок / Е.А. Бакулич, А.В. Мусатенко // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

Цель работы – обоснование использования моделей, гипотез и предположений, методов решения отдельных задач при описании распределительных систем поставок.

Констатировано, что известные модели распределительных систем поставок, не в полной мере отражают реальные процессы. Основным их недостатком является отсутствие комплексного учета технических, технологических, экономических и организационных аспектов доставки товаров. Установлено, что разработанные методики формирования распределительной системы поставок ориентированы на доставку конкретных грузов, отличаются подходами к решению задачи, глубиной отражения процессов в системе, критериям эффективности, методами решения и т.п., что вызывает различные результаты при рассмотрении одной и той же задачи и свидетельствует об актуальности исследований в этом направлении.

Виявлено, що при синтезі оптимальної структури системи поставок необхідно учитивати два противоречивых требования. С одной стороны, необходимо минимизировать затраты на

построение распределительной сети системы, что достигается ликвидацией убыточных связей; с другой стороны, необходимо учитывать, что нарушение связанности сети нарушает функционирование сети в целом как единой системы, то есть уменьшает уровень ее надежности.

Обосновано, что сложность задачи выбора оптимальной топологической структуры исключает возможность решения на основе единой модели системы поставок, в которой на базе сложных математических зависимостей описывается взаимосвязь переменных системы и всех параметров, которые рассматриваются. Поэтому перспективной методикой решения поставленной задачи является методика, предусматривающая сочетание аналитических методов и методов моделирования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ, НАДЕЖНОСТЬ, ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА, МОДЕЛЬ, ЛОГИСТИКА, СНАБЖЕНИЕ.

АВТОРИ:

Бакуліч О.О., кандидат технічних наук, професор, Національний транспортний університет, декан факультету економіки, менеджменту і права, професор кафедри транспортних систем та безпеки дорожнього руху, e-mail: bakulich@rambler.ru, тел. +380937451421, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1.

Мусатенко О.В., Національний транспортний університет, e-mail: imusatenko72@mail.ru, тел. +380504626487, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1.

AUTHOR:

Bakulich O.O. Ph.D., professor, National Transport University, Dean of the Faculty of Economics, Management and Law, professor department of transport systems and road safety, e-mail: bakulich@rambler.ru, tel. +380937451421, Ukraine, 01010 Kyiv, Suvorova str. 1.

Mysatenko E.V., National Transport University, e-mail: imusatenko72@mail.ru, tel. +380504626487, Ukraine, 01010 Kyiv, Suvorova str. 1.

АВТОРЫ:

Бакулич Е.А., кандидат технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, декан факультета экономики, менеджмента и права, профессор кафедры транспортных систем и безопасности дорожного движения, e-mail: bakulich@rambler.ru, тел. +380937451421, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1.

Мусатенко Е.В., Национальный транспортный университет, e-mail: imusatenko72@mail.ru, тел. +380504626487, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Данчук В.Д., доктор фіз.-мат. наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри електроніки та обчислювальної техніки, Київ, Україна.

Олійник Р.В., кандидат фіз.-мат. наук, доцент, Київський Національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

REVIEWER:

Danchuk V.D, Ph.D, Professor, National Transport University, Head of Department of Electronics and Computer Science, Kyiv, Ukraine.

Oliynik R.V. Ph.D., assistant professor, National University named after T. Shevchenko, Kyiv, Ukraine.

ПОТЕНЦІЙНА ЕКОЛОГІЧНА НЕБЕЗПЕКА ВУЛИЧНИХ КАНЬЙОНІВ МІСТА

Бакуліч О.О., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Олійник Р.В., кандидат фіз.-мат. наук, Київський Національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Самойленко Є.С., Національний транспортний університет, Київ, Україна

POTENTIAL ENVIRONMENTAL HAZARDS OF STREET CANYONS

Bakulich O.O., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine

Oliynik R.V., Ph.D., National University named after T. Shevchenko, Kyiv, Ukraine

Samoylenko E.S., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ УЛИЧНЫХ КАНЬОНОВ ГОРОДА

Бакулич Е.А., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Олейник Р.В., кандидат физ.-мат. наук, Киевский Национальный университет имени Тараса Шевченка, Киев, Украина

Самойленко Е.С., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Вступ. Аераційний режим міста зазнає найбільш сильних змін під впливом різних перешкод, таких як: планувальна схема вулично-дорожньої мережі, висота та щільність приміагістральної забудови, зелені насадження, водні об'єкти та інші перешкоди, що впливають на рух повітря в приземному шарі – шарі шорсткості. Архітектурно-планувальні чинники міста спонукають до виникнення специфічних мікрокліматичних особливостей. Зокрема, будівлі впливають на рух повітряних потоків, деформують їх при обтіканні, змінюючи турбулентний характер течій. Моделювання дивергентних полів вітру являє собою непросту задачу при наявності однієї забудови, при цьому вона стає надзвичайно складною для масштабу мікрорайону міста[1]. Задача ускладнюється ще й тим, що структура міської забудови є неоднорідною. У зв'язку з цим, доцільно представляти архітектурно-планувальний фрагмент міської забудови сукупністю елементарних фрагментів – вуличних каньйонів з відповідними просторово-геометричними характеристиками.

Метою роботи є класифікація елементарних архітектурно-планувальних фрагментів міської забудови (каньйонів) в масштабі мікрорайону міста за просторово-геометричними характеристиками.

Основна частина. Вуличний каньйон – це найпоширеніший архітектурно-планувальний елемент міста, який являє собою елементарну ділянку забудовану уздовж проїзної частини вулиці (автомагістралі). Простір між будовами – це елементарна екосистема рівень техногенного забруднення якої визначає рівень екологічної безпеки даного каньйону. У вуличному каньйоні виділяють наступні зони: навітряна сторона, для якої характерний мінімальний рівень забруднення, що обумовлено надходженням чистого повітря; внутрішня частина та підвітряна сторона, для якої спостерігається максимальний рівень забруднення[2,3]. При дослідженні умов повітрообміну над вулицею (магістраллю) використовується аеродинамічна характеристика – коефіцієнт ажурності забудови, який уявляє собою відношення площі проекції розривів між будинками до загальної площі проекції фронту забудов на лінію магістралі.

Вуличні каньйони міста мають різні просторово-геометричні характеристики: ширина, довжина, щільність та композиція забудови, що характеризується середнім кутом повороту будинків до осі вулиці (магістралі). Крім того, виділяють симетричні та асиметричні вуличні каньйони[4].

На сьогоднішній день існує декілька критеріїв, за допомогою яких класифікують вуличні каньйони, до основних відносять наступні:

– відношення середньозваженої висоти забудови (h) до ширини (D) вуличного каньйону та його довжини (L) до середньозваженої висоти. Дані показники характеризують співвідношення геометричних параметрів у просторі (табл.1);

- просторова орієнтація вуличного каньйону, задається кутом між лінією, що проходить з півночі на південь та головною віссю вулиці;
- показник відкритого неба (ПВН), тісно пов'язаний з відношенням ширини каньйону до висоти, так як він також описує поперечний переріз каньйону. Показник відкритого неба це частка небесного куполу, який видно з поверхні, або ж з певної точки, або інтегрований по всій площині вулиці.

Таблиця 1 – Класифікація вуличних каньйонів за геометричними параметрами[5]

Співвідношення параметрів	Класифікація
$h/D < 0,5$	Низький каньйон
$h/D = 1$	Помірний каньйон
$h/D > 2$	Глибокий каньйон
$L/h < 3$	Короткий каньйон
$L/h = 5$	Середній каньйон
$L/h > 7$	Довгий каньйон

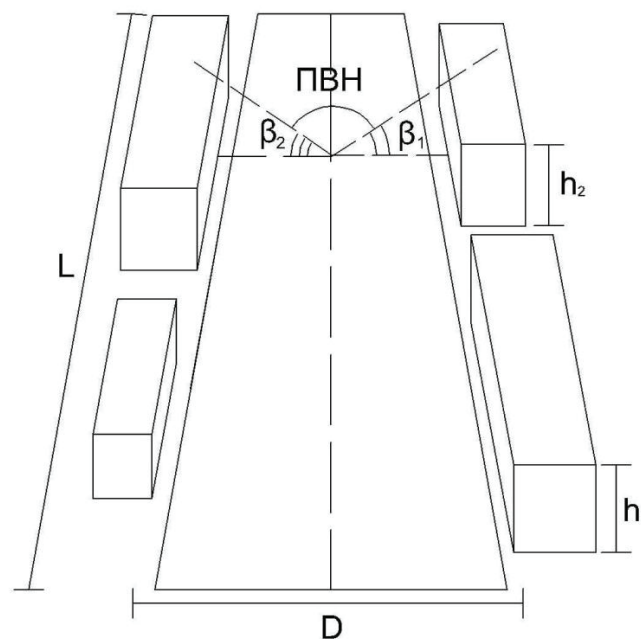


Рисунок 1 – Геометричні параметри вуличного каньйону

Показник відкритого неба може бути розрахований наступним чином:

$$\text{ПВН} = (\cos\beta_1 + \cos\beta_2)/2 \quad (1)$$

де $\tan\beta_1 = (\bar{h}_1/0,5D)$; $\tan\beta_2 = (\bar{h}_2/0,5D)$, де $\bar{h}_1$ і $\bar{h}_2$ – середньозважена висота забудов відповідно з кожної сторони, D – ширина вуличного каньйону.

Значення показника відкритого неба коливається між 0 та 1. Причому, коли даний показник дорівнює одиниці – забудови відсутні (повністю відкритий вуличний каньйон).

Потенційну екологічну безпеку вуличних каньйонів можна оцінити індексним методом[6]. Даний метод будує узагальнюючі індекси, що характеризують співвідношення в просторі деяких параметрів каньйону, а саме: $i_1 = l/L$ – відношення середньої довжини забудов до протяжності елементарної ділянки вулиці (магістралі); $i_2 = h/H$ – відношення середньозваженої висоти забудов

до максимальної висоти забудов; $i_3 = d/D$ – відношення ширини проїзної частини до середньої ширини вуличного каньйону.

Наведені вище методи були застосовані для класифікації вуличних каньйонів, що наповнюють вулично-дорожню мережу Печерського району м. Києва. За елементарний вуличний каньйон приймалася ділянка із забудовами вздовж вулиці між найближчими перехрестями[7]. Після розбиття даної множини утворилося 377 вуличних каньйонів, для яких були емпірично встановлені значення відповідних показників, на основі їх просторово-геометричних характеристик.

Таблиця 2 – Показники вуличних каньйонів Печерського району м. Києва

Вуличний каньйон	Індексний метод			Геометричні показники		Показник відкритого неба
	i_1	i_2	i_3	h/D	L/h	
1.Липський провулок	0,677	0,389	0,856	0,856	10,065	0,511
2. вул. Липська; буд. 15, 16	0,732	0,500	0,483	0,725	15,271	0,568
3. вул. Пилипа Орлика; буд. 3, 4	0,554	0,353	0,683	0,516	15,415	0,697
...						
365. вул. Мічуріна; буд. 50, 52	0,283	0,163	1	0,140	50,667	0,963
366. вул. Земляньська; буд. 5, 6	0,230	0,255	0,575	0,252	85,217	0,893
377. вул. Пирятинська; буд. 12, 19	0,370	0,219	1	0,188	15,333	0,936

Для встановлення сили взаємозв'язку між показниками різних методів були розраховані парні коефіцієнти кореляції (табл.3). Слід відмітити, що для більшості пар показників сила зв'язку виявилася слабкою. При цьому індексний метод, серед наведених вище методів, виявився найбільш інформативним, оскільки містить показники, які корелюють з показниками інших методів (i_1 , h/D , та $ПВН$), так і некорельовані показники (i_2 , i_3) які несуть специфічну інформацію про геометрично-просторові характеристики вуличних каньйонів, яка недостатньо відображена в показниках інших методів. Це знайшло підтвердження при проведенні класифікації масиву вуличних каньйонів.

Таблиця 3 – Матриця парних кореляцій між показниками вуличних каньйонів

	i_1	i_2	i_3	h/D	L/h	$ПВН$
i_1	1	0,08	0,35	0,3	-0,47	-0,44
i_2	0,08	1	-0,04	0,2	-0,13	-0,24
i_3	0,35	-0,04	1	0,64	-0,48	-0,62
h/D	0,3	0,2	0,64	1	-0,44	-0,92
L/h	-0,47	-0,13	-0,48	-0,44	1	0,5
$ПВН$	-0,44	-0,24	-0,62	-0,92	0,5	1

Для встановлення статистичного зв'язку між показниками, будувалися кореляційні поля (рис. 2), які вказують на відсутність мультиколінеарності між індексами i_1 , i_2 та i_3 . Для пари індексів i_1 , i_3 спостерігається деяка лінійна тенденція – при збільшенні i_1 дещо збільшується i_3 , проте парний коефіцієнт кореляції – 0,35, вказує на наявність слабкого зв'язку. Таким чином, побудовані кореляційні поля, свідчать про незалежність показників індексного методу[6].

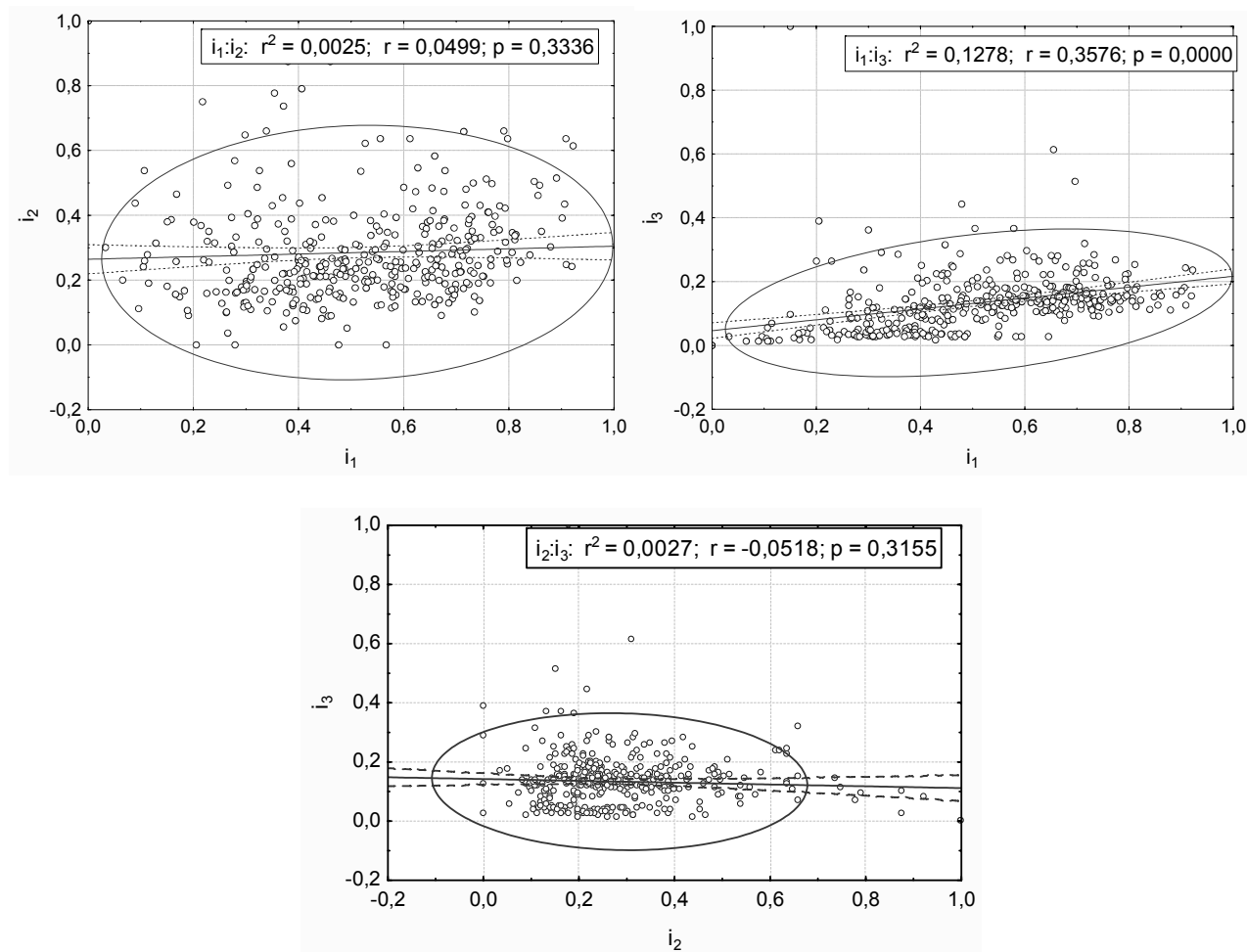


Рисунок 2 – Кореляційні поля показників індексного методу

Задача класифікації каньйонів Печерського району м. Києва за індексними показниками була вирішена на основі кластерного аналізу [8]. Для формування однорідних груп каньйонів, застосовувався метод k-середніх, який дозволив побудувати мінімальну кількість кластерів, рознесених на максимальні відстані в k-мірному просторі ($k=4$). Масив досліджуваних каньйонів вдалося поділити на однорідні групи, для яких значення індексних показників виявилися суттєво різними. Розбиття вихідного масиву проводилося в декілька етапів.

На першому етапі масив вуличних каньйонів розділювався на два кластери (рис. 3), при цьому, перший кластер наповнили вуличні каньйони з просторово-геометричними характеристиками, які свідчать про їх екологічну безпечність, відповідно другий наповнили потенційно небезпечні каньйони. На другому етапі розбиття, перший кластер розщепився ще на два (1.1; 1.2), а другий відповідно на три кластери (2.1; 2.2; 2.3). Таким чином, множина вуличних каньйонів Печерського району м. Києва була поділена за просторово-геометричними характеристиками на п'ять однорідних груп. В кожній групі був встановлений типовий каньйон з параметрами, що відповідають модальним значенням, які знайдені з ймовірнісного розподілу відповідних показників каньйонів, що увійшли до даного кластеру. Щільність розподілу показників вуличних каньйонів в межах кожного кластеру, виявилася близькою до нормального закону, що підтверджено критеріями узгодженості Колмогорова-Смирнова та Шапиро-Уилка (рис.4).

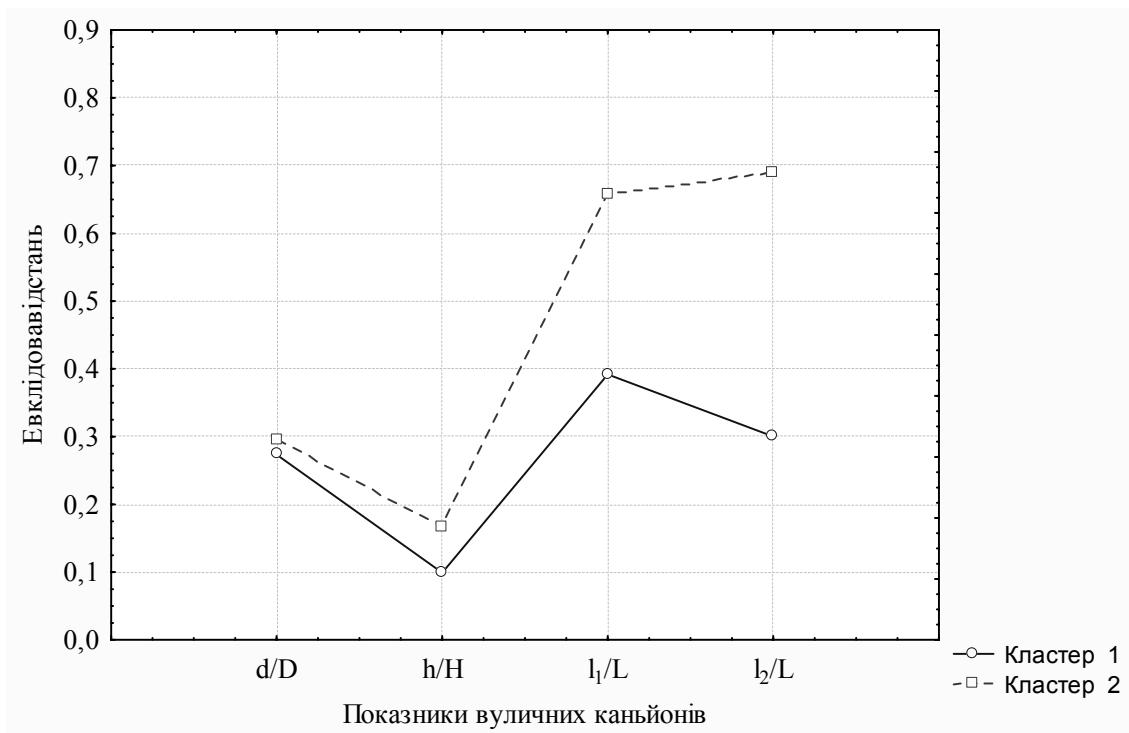


Рисунок 3 – Середні значення показників вуличних каньйонів

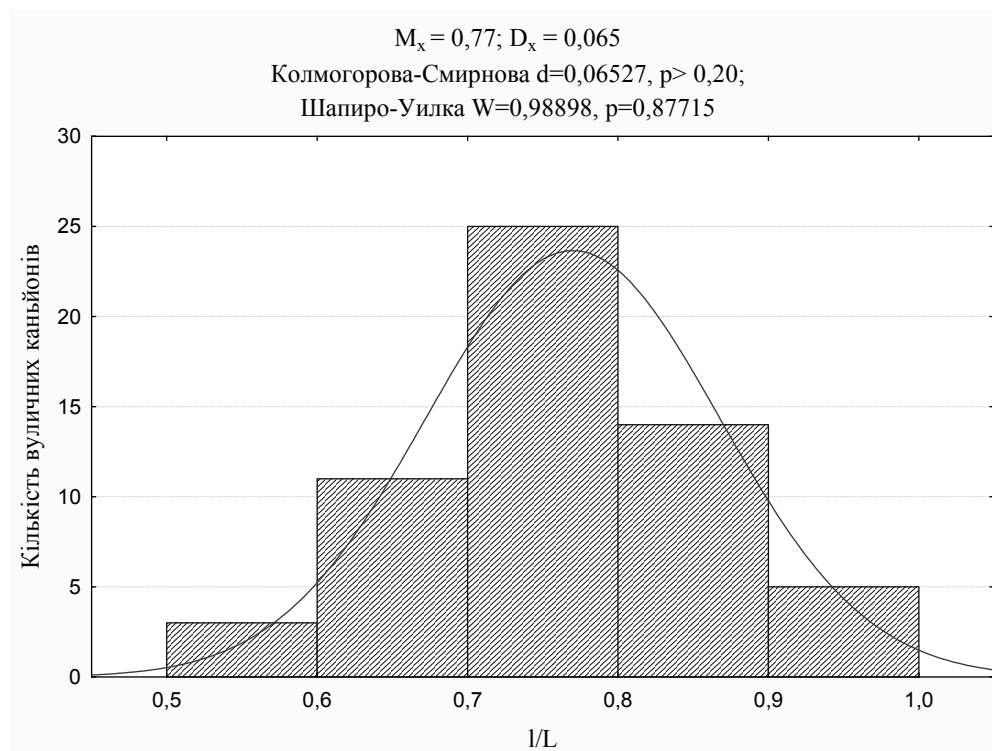


Рисунок 4 – Щільність розподілу вуличних каньйонів

За допомогою агломеративно-ієрархічного методу[8], здійснена повторна кластеризація досліджуваного масиву вуличних каньйонів, в який додатково були введені вище знайдені показники типових каньйонів. При формуванні дендограм кластерів використовувався метод Варда – метод оптимізації мінімальної дисперсії всередині кластерів (рис.5). Це дозволило ідентифікувати реальні вуличні каньйони, показники яких найкращим чином узгоджені з показниками типових каньйонів. Так, вуличний каньйон, що знаходиться на вулиці Інститутська, буд. 15, 20/8 виявився типовим для кластера 2.2. Аналогічно були ідентифіковані всі інші типи каньйонів для відповідних кластерів (табл.4).

Таким чином, в результаті класифікації вуличних каньйонів Печерського району м. Києва, вдалося сформулювати п'ять однорідних груп, в яких ідентифіковані типові вуличні каньйони за показниками побудованими на основі просторово-геометричних характеристик відповідних каньйонів (табл.4).

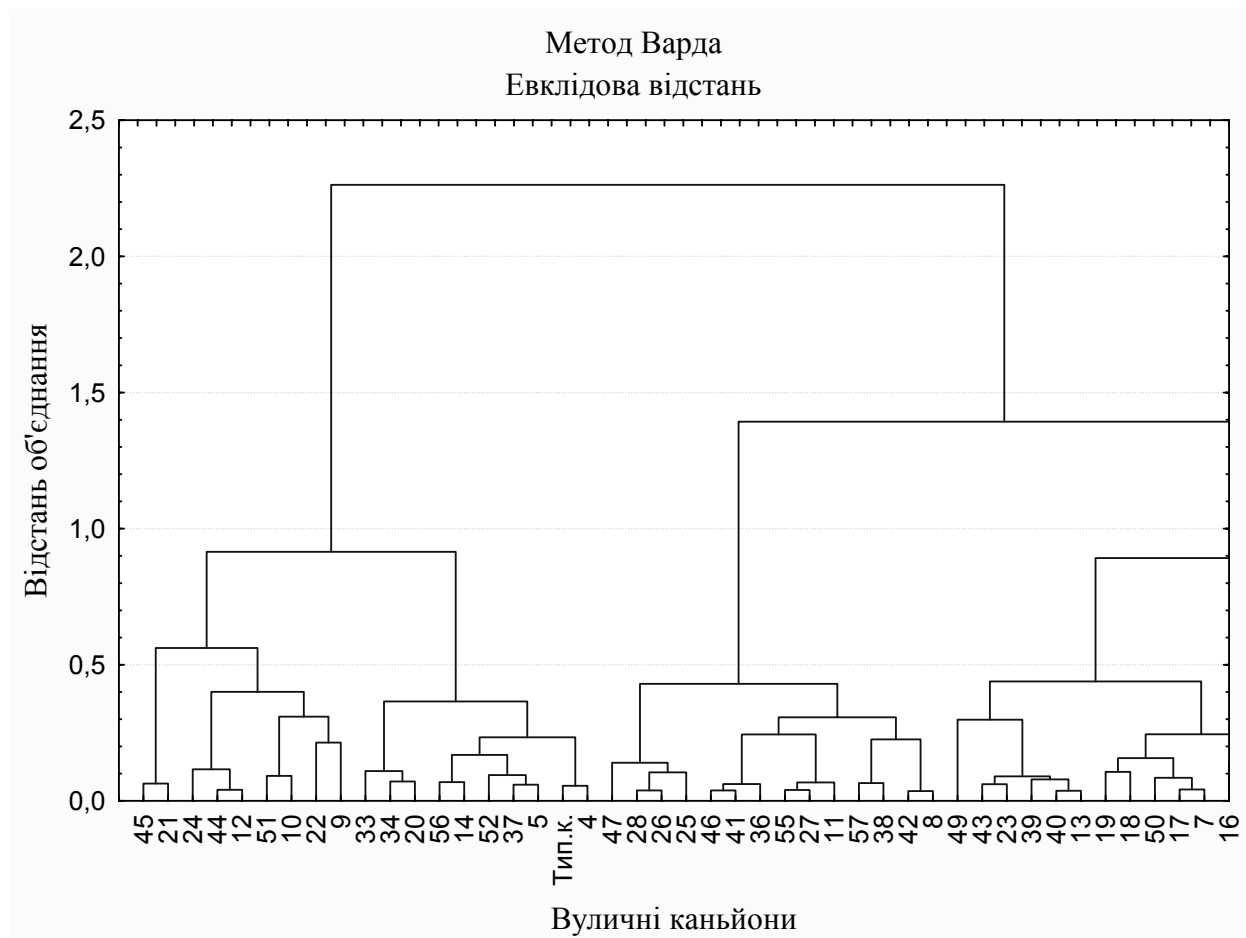


Рисунок 5 – Дендограма вуличних каньйонів (кластер 2.2)

Таблиця 4 – Типові вуличні каньйони Печерського району м. Києва

	<i>Типові вуличні каньйони</i>	i_1	i_2	i_3
Потенційно безпечні каньйони	вул. Грушевського; буд. 9, 32 (кластер 1.1)	0,316	0,368	0,119
	вул. Звіринецька; буд. 82, 73 (кластер 1.2)	0,355	0,199	0,038
Потенційно небезпечні каньйони	вул. Ольгінська; буд. 3, 6 (кластер 2.1)	0,625	0,248	0,167
	вул. Інститутська; буд. 15, 20/8 (кластер 2.2)	0,629	0,286	0,130
	вул. Мазепи; буд. 11,12 (кластер 2.3)	0,768	0,371	0,141

Висновок. Проведено аналіз методів класифікації вуличних каньйонів. Результати класифікації дозволяють стверджувати, що індексний метод найбільш інформативний, оскільки цей

метод містить як показники, що корелюють з показниками інших методів, так і некорельовані показники, які несуть додаткову інформацію про геометрично-просторові характеристики вуличних каньйонів, що невідображена в інших методах класифікації. Результати даної роботи можуть бути використані для оцінки аераційного режиму міст та для прогнозування полів забруднення міських екосистем.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Реттер Э. И. Архитектурно-строительная аэродинамика. – М.: Стройиздат, 1984. – 294 с.
2. Балакин В.В. Регулирование аэрационного режима уличных каньонов приемами планировки и застройки. Весник. – М.: МГСУ – 2014. Вип.5
3. G. Wang, F. H. M. van den Bosch, M. Kuffer Modelling urban traffic air pollution dispersion. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B8. Beijing 2008
4. José Luis Santiago, Fernando Martín Modelling the air flow in symmetric and asymmetric street canyons. International Journal of Environment and Pollution, Volume 25, Number 1-4/2005., 145-154
5. Afq W.M.Y., Azwadi C.S.N., K.M. Saqr Effects of buildings aspect ratio, wind speed and wind direction on flow structure and pollutant dispersion in symmetric street canyons. International Journal of Mechanical and Materials Engineering (IJMME), Vol. 7 (2012), No. 2, 158-165.
6. Данчук В.Д., Олійник Р.В., Самойленко Є.С., Тарабан С.М. Ранжування структурних елементів вулично-дорожньої мережі за допомогою індексного методу // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – К.: НТУ, 2012. – Вип.85.
7. Бакуліч О.О., Олійник Р.В., Самойленко Є.С. Екологічна стійкість мегаполісу // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ, 2013. – Вип.28.
8. О.Ким, Ч.І. Мюллер, У.Р. Клекка, М.С. Олдендерфер Факторный, дискрименантный и кластерный анализ, М.: Финансы и статистика, 1989. – 215 с.

REFERENCES

1. Retter E.I. Architectural Building aerodynamics. – M.: Stroyizdat, 1984. – 294 p. (Rus)
2. Balakin V.V. Regulation of aeration regime street canyon techniques of planning and development. Visnyk. – M.: Civil Engineering – 2014 Vol.5. (Rus)
3. G. Wang, F. H. M. van den Bosch, M. Kuffer Modelling urban traffic air pollution dispersion. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B8. Beijing 2008.
4. José Luis Santiago, Fernando Martín Modelling the air flow in symmetric and asymmetric street canyons. International Journal of Environment and Pollution, Volume 25, Number 1-4/2005., 145-154.
5. Afq W.M.Y., Azwadi C.S.N., K.M. Saqr Effects of buildings aspect ratio, wind speed and wind direction on flow structure and pollutant dispersion in symmetric street canyons. International Journal of Mechanical and Materials Engineering (IJMME), Vol. 7 (2012), No. 2, 158-165. (ENG)
6. Danchuk V.D., Oliynik R.V., Samoylenko E. S., Taraban S.M. Ranking the structural elements of the road network by means of the index method. Roads and road construction. NTU. – 2012. – № 86. – P.146-153. (Ukr)
7. Bakulich O.O., Oliynik R.V., Samoylenko E.S. Environmental sustainability of metropolis. Visnyk National Transport University. – Kyiv. National Transport University. 2013. – Vol. 28. (Ukr)
8. O.Kim, CH.I. Muller, U.R. Klekka, M.S. Oldenderfer Factor, diskrimenantny and cluster analysis, M.: Finance and statistics, 1989-215 p. (Rus)

РЕФЕРАТ

Бакуліч О.О. Потенційна екологічна небезпека вуличних каньйонів / О.О. Бакуліч, Р.В. Олійник, Є.С. Самойленко // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

Мета роботи: класифікація елементарних архітектурно-планувальних фрагментів міської забудови (каньйонів) в масштабі мікрорайону міста за просторово-геометричними характеристиками.

Аераційний режим міста зазнає найбільш сильних змін під впливом різних перешкод, таких як: планувальна схема вулично-дорожньої мережі, висота та щільність примігстральної забудови,

зелені насадження, водні об'єкти та інші перешкоди, що впливають на рух повітря в приземному шарі. Моделювання дивергентних полів вітру в містах являє собою надзвичайно складну задачу, оскільки структура міської забудови є неоднорідною. У зв'язку з цим, архітектурно-планувальний фрагмент міської забудови було представлено сукупністю елементарних фрагментів – вуличних каньйонів з відповідними просторово-геометричними характеристиками. Проведено аналіз методів класифікації вуличних каньйонів. В результаті класифікації вуличних каньйонів Печерського району м. Києва, сформовано п'ять однорідних груп, в яких ідентифіковані типові вуличні каньйони за показниками побудованими на основі просторово-геометричних характеристик відповідних каньйонів. Результати даної роботи можуть бути використані для оцінки аераційного режиму міст та для прогнозування полів забруднення міських екосистем.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ВУЛИЧНИЙ КАНЬЙОН, АЕРАЦІЙНИЙ РЕЖИМ, ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА, ІНДЕКСНИЙ МЕТОД, ПОКАЗНИК ВІДКРИТОГО НЕБА.

ABSTRACT

Bakulich O.O., Oliynik R.V., Samoylenko E.S. Environmental sustainability of metropolis. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

Purpose: Classification of elementary architectural and planning elements of urban development (canyons) in the neighborhood of scale for spatial-geometric characteristics.

Aeration mode of experiencing the most severe changes under different obstacles such as planning scheme road network, height and density of road developments, green areas, water bodies and other obstacles that affect the movement of air in the surface layer. Simulation divergent wind fields in urban areas is an extremely difficult task, because the structure of urban development is uneven. In this regard, the architectural planning urban piece was presented a set of elementary fragments – street canyons with appropriate spatial and geometric characteristics. The analysis methods of classification street canyons. As a result, the classification of street canyons Pechersk district, formed five homogeneous groups, which identified typical street canyons on indices are based on spatial and geometric characteristics of the canyon. The results of this work can be used to assess aeration mode towns and fields to predict contamination of urban ecosystems.

KEY WORDS: STREET CANYON, AERATION MODE, ENVIRONMENTAL SAFETY, INDEX METHOD, SKY VIEW FACTOR.

РЕФЕРАТ

Бакулич Е.А. Потенциальная экологическая опасность уличных каньонов / Е.А. Бакулич, Р.В. Олейник, Е.С. Самойленко // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

Цель работы: классификация элементарных архитектурно-планировочных фрагментов городской застройки (каньонов) в масштабе микрорайона города за пространственно-геометрическими характеристиками.

Аэрационный режим города испытывает наиболее сильные изменения под влиянием различных препятствий, таких как: планировочная схема улично-дорожной сети, высота и плотность примагистральной застройки, зеленые насаждения, водные объекты и другие препятствия, влияющие на движение воздуха в приземном слое. Моделирование дивергентных полей ветра в городах представляет собой чрезвычайно тяжелую задачу, поскольку структура городской застройки является неоднородной. В связи с этим, архитектурно-планировочный фрагмент городской застройки был представлен совокупностью элементарных фрагментов – уличных каньонов с соответствующими пространственно-геометрические характеристики. Проведен анализ методов классификации уличных каньонов. В результате классификации уличных каньонов Печерского района г. Киева, сформировано пять однородных групп, в которых идентифицированы типичные уличные каньоны по показателям построенными на основе пространственно-геометрических характеристик соответствующих каньонов. Результаты данной работы могут быть использованы для оценки аэрационного режима городов и для прогнозирования полей загрязнения городских экосистем.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: УЛИЧНЫЙ КАНЬОН, АЭРАЦИОННЫЙ РЕЖИМ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ИНДЕКСНИЙ МЕТОД, ПОКАЗАТЕЛЬ ОТКРЫТОГО НЕБА.

АВТОРИ:

Бакуліч О.О., кандидат технічних наук, професор, Національний транспортний університет, декан факультету економіки, менеджменту і права, професор кафедри транспортних систем та безпеки дорожнього руху, e-mail: bakulich@rambler.ru, тел. +380937451421, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1.

Олійник Р.В., кандидат фіз.-мат. наук, доцент, Київський Національний університет імені Тараса Шевченка, доцент кафедри метеорології та кліматології, e-mail: rv_oliynyk@ukr.net, тел. +380955536561, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1.

Самойленко Є.С., Національний транспортний університет, аспірант кафедри транспортних систем та безпеки дорожнього руху, e-mail: sirius27@ukr.net, тел. +380988088008, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1.

AUTHOR:

Bakulich O.O. Ph.D., professor, National Transport University, Dean of the Faculty of Economics, Management and Law, professor department of transport systems and road safety, e-mail: bakulich@rambler.ru, tel. +380937451421, Ukraine, 01010 Kyiv, Suvorova str. 1.

Oliynyk R.V. Ph.D., assistant professor, National University named after T. Shevchenko, assistant professor department of meteorology and climatology, e-mail: rv_oliynyk@ukr.net, tel. +380955536561, Ukraine, 01010 Kyiv, Suvorova str. 1.

Samoylenko E.S., postgraduate, National Transport University, postgraduate department of transport systems and road safety, e-mail: sirius27@ukr.net, tel. +380988088008, Ukraine, 01010 Kyiv, Suvorova str.1.

АВТОРЫ:

Бакуліч Е.А., кандидат технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, декан факультета экономики, менеджмента и права, профессор кафедры транспортных систем и безопасности дорожного движения, e-mail: bakulich@rambler.ru, тел. +380937451421, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1.

Олейник Р.В., кандидат физ.-мат. наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры метеорологии и климатологии, e-mail: rv_oliynyk@ukr.net, тел. +380955536561, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1.

Самойленко Е.С., Национальный транспортный университет, аспирант кафедры транспортных систем и безопасности дорожного движения, e-mail: sirius27@ukr.net, тел. +380988088008, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Данчук В.Д., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри електроніки та обчислювальної техніки, Київ, Україна.

Пінчевська О.О., доктор технічних наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування, Київ, Україна.

REVIEWER:

Danchuk V.D, Ph.D, Professor, National Transport University, Head of Department of Electronics and Computer Science, Kyiv, Ukraine.

Pinchevska O.O., Ph.D, Professor, National University of Life and Environmental Sciences, Kyiv, Ukraine.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИБОРУ КОНТРОЛЬНИХ ТОЧОК МАРШРУТУ ГРОМАДСЬКОГО
ТРАНСПОРТУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МОМЕНТУ КОРЕКЦІЇ РОЗКЛАДУ РУХУ

Білоус А.Б., кандидат технічних наук, Національний університет «Львівська політехніка»,
Львів, Україна

Півторак Г.В., Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна

ANALYSIS METHODS FOR SELECTING TIME POINTS TRANSIT
FOR DEFINING MOMENT OF SCHEDULE CORRECTION

Bilous A., Ph.D., Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

Pivtorak H., Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ВЫБОРА КОНТРОЛЬНЫХ ТОЧЕК МАРШРУТА ОБЩЕСТВЕННОГО
ТРАНСПОРТА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОМЕНТА КОРРЕКЦИИ РАСПИСАНИЙ ДВИЖЕНИЯ

Билоус А.Б., кандидат технических наук, Национальный университет «Львовская
политехника», Львов, Украина

Пивторак Г.В., Национальный университет «Львовская политехника», Львов, Украина

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи
практичними завданнями**

Управління перевезеннями пасажирів в межах міста повинне забезпечувати регулярність руху транспорту та швидку доставку пасажирів з визначеним достатнім рівнем комфортності одночасно з раціональним використанням рухомого складу на маршруті. Забезпечення доступності та якості транспортних послуг для населення є ціллю та пріоритетом на національному рівні [1].

Якість роботи автобусів – це сукупність характеристик процесу перевезення пасажирів, рівень яких задовольняє встановлені та передбачувані потреби пасажирів [2]. На даний час не існує єдиного показника, яким би можна було оцінити якість автобусних перевезень. Питаннями визначення такого індикатора займалось багато вітчизняних та іноземних науковців, серед яких: А.М. Большаков, А.В. Шабанов, А.В. Вельможин, К.В. Фролов, В.Ф. Харченко, Е.А. Крейсман, Ю.М. Гончаров, Н. Пауллі, В. Піна, Л. Торез, В. Лей, Чінг-Фу Чен та ін. Показники, запропоновані дослідниками, враховують ті чи інші чинники, що можуть впливати на якість перевезень. Узагальнено результати аналізу літературних джерел по цьому питанню подано в таблиці 1.

Таблиця 1 – Чинники, які враховуються при розрахунку показника якості транспортних послуг

Чинники, які враховуються при розрахунку показника якості транспортних послуг	Автори, що пропонують враховувати чинники
Час, що витрачається пасажиром на поїздку	Большаков А.М. [3], Шабанов А.В. [4], Вдовиченко В.А. [6], Н. Пауллі [9], Миротін Л.Б. [11]
Коефіцієнт наповнення транспортного засобу	Большаков А.М. [3], Вдовиченко В.А. [6], Миротін Л.Б. [11]
Регулярність руху	Большаков А.М. [3], Фріман М. та Ѓьорлінг Т. [8], Миротін Л.Б. [11]
Частота руху	Шабанов А.В. [4], Селезньова Н.О. та Серебрянський П.О. [5]
Ймовірність безвідмовної роботи транспорту	Шабанов А.В. [4]
Величина транспортного тарифу	Шабанов А.В. [4], Н. Пауллі [9]
Інтервал руху	Селезньова Н.О. та Серебрянський П.О. [5]

Чинники, які враховуються при розрахунку показника якості транспортних послуг	Автори, що пропонують враховувати чинники
Соціальні витрати, пов'язані з витраченим пасажиром часом на перевезення	Крейсман Е.А. [7], Доля В.К. [10]
Експлуатаційні витрати автотранспортного підприємства	Крейсман Е.А. [7], Н. Пауллі [9], Доля В.К. [10]
Екологічні витрати на компенсацію забруднення довкілля шкідливими викидами від автобусів	Крейсман Е.А. [7]
Наявність інформації	Фріман М. та Гьорлінг Т. [8]
Безпека руху	Миротін Л.Б. [11]

Проаналізувавши запропоновані різними авторами варіанти визначення показника якості пасажирських перевезень, можна зробити висновок, що критичним чинником, який впливає на значення показника якості пасажирського обслуговування, є час, що витрачається пасажиром на поїздку. А цей час, в свою чергу, визначається складанням гнучких та максимально наближених до реальних запитів розкладів руху на маршруті.

З іншого боку, розклад руху не є усталеним і вимагає періодичної корекції. В цьому сенсі постає необхідність у надійному інструментарії, який дозволяв би безперервний моніторинг дотримання розкладу руху на маршруті та виявлення часового моменту обґрунтованої необхідності його корекції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

На даний час існує ряд методів, які дозволяють за певними показниками визначити необхідний момент для корекції розкладу руху на маршруті. Широким також є спектр чинників, які враховуються в цих методах. Проте на практиці використання цих методів не є масовим, тобто існують певні незручності у їх застосуванні в реальних умовах. Внаслідок такої ситуації розклад руху перестає бути гнучким і відповідати реаліям, які впливають на параметри функціонування маршруту, і, що найголовніше, знижується рівень задоволеності користувачів.

Наявні методи визначення необхідності в корекції розкладу руху на маршруті потребують глибокого та ґрунтового аналізу на предмет виявлення переваг та недоліків кожного зокрема. В процесі критичного аналізу слід відібрати найбільш вдалі рішення для формування на їх базі практичного та легкого у використанні інструменту з моніторингу параметрів функціонування маршруту та визначення часу необхідної корекції розкладу руху.

Формування розкладів руху на сталих автобусних маршрутах з багатьма проміжними зупинками включає в себе такі основні рішення [12]:

1. вибір певної частоти чи інтервалу руху для кожного автобуса;
2. вибір певних зупинок як контрольних точок (time points), для яких в розкладі фіксується час відправлення, і в яких зазвичай очікується проведення контролю, тобто якщо автобус готовий відправлятися з контрольної точки раніше за час відправки згідно розкладу, він очікує на даній зупинці часу відправки згідно розкладу, а якщо запізнюється відносно часу відправки згідно розкладу, відправляється негайно після завершення обслуговування пасажирів;
3. призначення розкладового часу відправлення для кожної контрольної точки.

Перше рішення є відносно незалежне щодо інших двох і вимагає розв'язку питання, як задовольнити попит пасажирів вздовж маршруту та збалансувати його з врахуванням заданого рівня використання пасажиромісткості автобуса і прийнятного часу очікування посадки пасажиромістами [13, 14].

Розв'язання другого та третього питання є дуже важливим для формування розкладів руху. Вибір занадто багатьох контрольних точок сповільнює проведення операцій і підвищує час очікування пасажирів, час поїздки та час обслуговування. З іншого боку, занадто мала кількість контрольних точок не дає змоги ефективно контролювати процес, призводить до хаотичності і теж викликає підвищення часу очікування пасажирів, зростання затримок та додаткових операційних витрат (наприклад, плату за понаднормову працю водіїв чи витрати, пов'язані з використанням резервних водіїв чи автобусів). Щодо часу поправки в контрольній точці (slack time), який визначається як різниця між часом відправлення згідно розкладу та фактичним часом прибуття автобуса в контрольну точку, то занадто велика поправка часу або занадто вільний розклад

сповільнює операції, а занадто коротка поправка часу чи занадто щільний розклад сприяє зростанню кількості порушень цього розкладу; обидві ситуації є негативними [12].

Питаннями формування розкладів руху громадського транспорту загалом і визначенням кількості та розміщення контрольних точок на маршруті зокрема займалися досить мало вітчизняних авторів, в основному це зарубіжні дослідження.

В деяких дослідженнях [15] виділяється три види контрольних точок на маршруті:

- проміжні (Intermediate time points);
- внутрішні (Internal time points);
- регулюючі (Controlling time points).

Проміжними контрольними точками на маршруті є точки (між початковою та кінцевою зупинками), для яких вказується час прибуття транспортного засобу. Ці точки розміщені, як правило, на відстані від 6 до 10 хв одна від одної. Фізичне місце розташування також впливає на вибір проміжних контрольних точок. Доцільно розташовувати їх в місцях, зручних для пішоходів (тротуари, пішохідні світлофори), в місцях генерації поїздок (торгівельні центри, лікарні, навчальні заклади) та в місцях, де час має вирішальне значення (місця перетину різних маршрутів, залізничні чи автобусні станції).

Внутрішні контрольні точки призначені для операторів, а не для розкладу для пасажирів. Вони розташовуються на відстані 3 – 5 хв одна від одної і призначені для надання операторам маршруту більш детальної інформації про умови руху на маршруті.

Регулюючими вибирають одну чи кілька точок на маршруті, для яких задається чіткий час прибуття і/чи відправлення. Це, зазвичай, точки генерації пасажирів, де спостерігається найбільше завантаження маршруту.

Окремі дослідники [16] в своїх працях досліджують допустимі відхилення від розкладу руху на маршруті: опрацьовують статистичні дані про час руху на перегоні, за законами математичної статистики визначають математичне очікування та дисперсію випадкової величини «час руху на i -му маршруті до k -ого контрольного пункту», знаходять закон розподілу цієї величини та верхню і нижню межу допустимого мінімального і максимального значення часу руху до кожного контрольного пункту при прийнятому рівні довірчої ймовірності. На основі розрахунків автори пропонують формувати величину допустимого відхилення залежно від конкретних умов руху і враховувати також ті чинники, які не залежать від водія і на які водій не може вплинути. Проте автори виходять з припущення, що контрольні точки на маршруті вже задані, а не здійснюють їх вибір.

Подібно до описаних вище, інші науковці [17] вважають, що вибір моделі оперативного диспетчерського управління пасажирським транспортом проводиться на основі контрольних точок, але вибір цих точок проводиться не на основі аналізу. Автори просто вказують, що контрольними можуть бути кінцеві, а також одна чи кілька проміжних точок на маршруті.

Л.Дж.С. Леслі [18] пропонує, що контрольні точки мають розміщуватися на тих автобусних зупинках, де коефіцієнт змінності інтервалу руху є більшим, ніж подвійний середній коефіцієнт на всіх автобусних зупинках. Коефіцієнтом змінності інтервалів руху він називає відношення максимального інтервалу руху на маршруті до мінімального інтервалу.

М. Абковіч та І. Енгельштейн [19] пропонують призначати контрольними точками зупинки, на яких стандартне відхилення часу прибуття автобусів до зупинки відносно часу прибуття згідно розкладу і співвідношення між пасажирами, які згодом сідатимуть в автобус по маршруту, до пасажирів в автобусі, буде максимальним.

Згідно досліджень авторів [20], вибір зупинок для оптимального контролю є чутливим до кількості пасажирів, які здійснюють посадку вздовж маршруту, і зазвичай контрольними доцільно робити зупинки, які передують зупинці чи групі зупинок, де спостерігається значна кількість пасажирів, що здійснюють посадку.

У. Вандебона та А. Річардсон [21] пропонують вводити змінну жорсткість контролю в контрольних точках, виражену кількістю стандартних відхилень від часу руху, зафіксованого в розкладі. Чим більша кількість контрольних точок на маршруті, тим меншою має бути жорсткість контролю. Оптимальною є така жорсткість контролю, при якій спостерігається нульове зміщення, тобто транспортні засоби в контрольній точці мають демонструвати тільки зростання значення часу поїздки.

В деяких дослідженнях [22] подано результати моделювання зв'язку між стандартним відхиленням від інтервалу руху та кількістю хаотично вибраних контрольних точок на маршруті. Цей

зв'язок набуває форми полінома другого ступеня, вказуючи, що як недостатня кількість, так і надлишок контрольних точок сприяє відхиленню часу руху автобуса від розкладового.

С.К. Вірасінгх [23] пропонує визначати кількість контрольних точок на основі витрат: час поправки в кожній контрольній точці розраховується з умови мінімізації очікуваних загальних витрат цільової функції, яка складається з наступних вартісних компонентів: сумарні витрати часу поїздки, втрати від затримок часу поїздки та штрафні затримки.

Окремі автори [13] пропонують модель визначення кількості та розташування контрольних точок та величини часу поправки на основі врахування таких чинників, як попит на перевезення на кожній зупинці, пасажирообмін на зупинці та дисперсії часу прибуття і часу відправки автобуса для кожної зупинки. Присвоєння зупинці статусу контрольної точки проводиться на основі значень часу поправки (slack time) та частки автобусів, які можуть простоювати в даній точці. Якщо ця частка є незначною (тобто більшість автобусів на зупинці зупиняються тільки для того, щоб здійснити посадку-висадку пасажирів), то зупинка не може бути контрольною точкою. І, навпаки, якщо значний відсоток автобусів прибуває на розглядувану зупинку з випередженням розкладового часу прибуття, то такій зупинці можна надавати статус контрольної точки.

В інших наукових працях [24] розглядається формування розкладу руху автобусного маршруту з використанням однієї контрольної точки на маршруті. Автори проводять перевірку, чи потрібно навіть для такої спрощеної моделі контролю вводити час похибки. Розрахунок проводиться на основі мінімізації цільової функції, яка включає в себе витрати часу на очікування пасажиром автобуса, витрати часу через затримку транзитних пасажирів, штрафи за затримку чи випередження графіка руху та експлуатаційні витрати. На основі своїх досліджень автори роблять висновок, що на ефективність сформованого розкладу руху суттєво впливає структура пасажирського попиту на маршруті. Зупинку доцільно розглядати як контрольну точку тільки тоді, коли кількість пасажирів, що здійснюють посадку, є суттєво більшою за кількість пасажирів, що здійснюють висадку.

Автори [25] спрямовують свої дослідження на визначення місця розташування контрольних точок та величину часу поправки з допомогою мурашиного та генетичного алгоритмів.

В підсумку можна констатувати, що на даний момент існує достатня кількість методів визначення контрольних точок на маршруті та їх кількості, які використовують різні підходи. Проте з розвитком технологічних рішень в сфері геопозиціонування виникла можливість отримання великих масивів даних щодо роботи маршруту громадського транспорту. В свою чергу це відкриває нове бачення при розробці методу динамічного та безперервного визначення місць розташування контрольних точок на маршруті громадського транспорту, часових шаблонів їх актуальності та опосередкованого визначення пасажирообміну на зупинках маршруту. Наявні методи були позбавлені цих переваг.

Постановка завдання

Ефективність використання контрольних точок для вдосконалення процесу формування розкладів руху підтверджується і дослідженнями, результати яких викладені в роботі [26]. Автори описують імітаційну модель формування розкладу руху на маршруті, яка визначає місця контрольних точок на маршруті та величину часу поправки з точки зору мінімізації загальних витрат, пов'язаних з розкладом. Процес оптимізації поєднує в собі евристичний пошук, перерахунок та методи ранжирування і відбору населення. Модель може бути практичним інструментом для розробки надійних, економічних і оперативних розкладів.

В роботі [27] автори, проводячи динамічне моделювання, аналізують вплив вибору різної кількості контрольних точок на маршруті на продуктивність роботи транспортних засобів. Найбільш ефективним є використання стратегії контрольних точок для економії часу пасажирів, а також витрат парку і витрат на управління роботою водіїв. Результати подальшої своєї роботи над даною проблемою автори висвітлюють в роботі [28]. Проблема визначення кількості і розташування контрольних точок сформульована як проблема багатоцільової оптимізації і вирішена двома способами: жадібним (greedy) і генетичним алгоритмами. Використання стратегії контрольних точок скорочує загальну тривалість рейсу і оберту автомобіля на маршруті порівняно з відсутністю контролю (до 11 %). Важливим є також отриманий авторами висновок, що продуктивність роботи громадського транспорту значно варіюється для однакової кількості, але різного розташування контрольних точок на маршруті.

За результатами проведених досліджень [29] можна сказати, що відхилення часу руху автобуса по маршруту відносно розкладового зменшується при використанні контрольних точок, проте найбільш ефективними є перших три контрольних точки маршруту.

Завданням дослідження є на базі аналізу існуючих методів визначення контрольних точок на маршруті виділити загальний підхід до удосконаленого рішення цієї задачі.

Основна частина

Проаналізувавши існуючі дослідження, можна сказати, що всі методи визначення контрольних точок можна розділити на три основних групи:

- 1) визначення контрольних точок на основі часових характеристик маршруту;
- 2) визначення контрольних точок на основі значень пасажиропотоку на маршруті;
- 3) визначення контрольних точок на основі поєднання часових характеристик та значень пасажиропотоків.

Третя група методів є найбільш точною, проте вимагає великого масиву початкових даних, збір яких може стати на перешкоді застосуванню цих методів в реальних умовах. Особливу складність становить збір даних про пасажиропотоки. Проте можна стверджувати, що між часом простою автобуса на зупинці і кількістю пасажирів, які здійснюють посадку/висадку пасажирів на зупинці, є залежність, що є загально визнаною і підтверджується багатьма дослідженнями [10, 30, 31]. Відповідно, коректним є проведення аналізу зупинок громадського транспорту за значенням часу прибуття автобуса на зупинку та часу простою автобуса на ній. Відповідно до цієї гіпотези і з врахуванням результатів проаналізованих досліджень було сформовано алгоритм вибору контрольних точок (рис. 1):

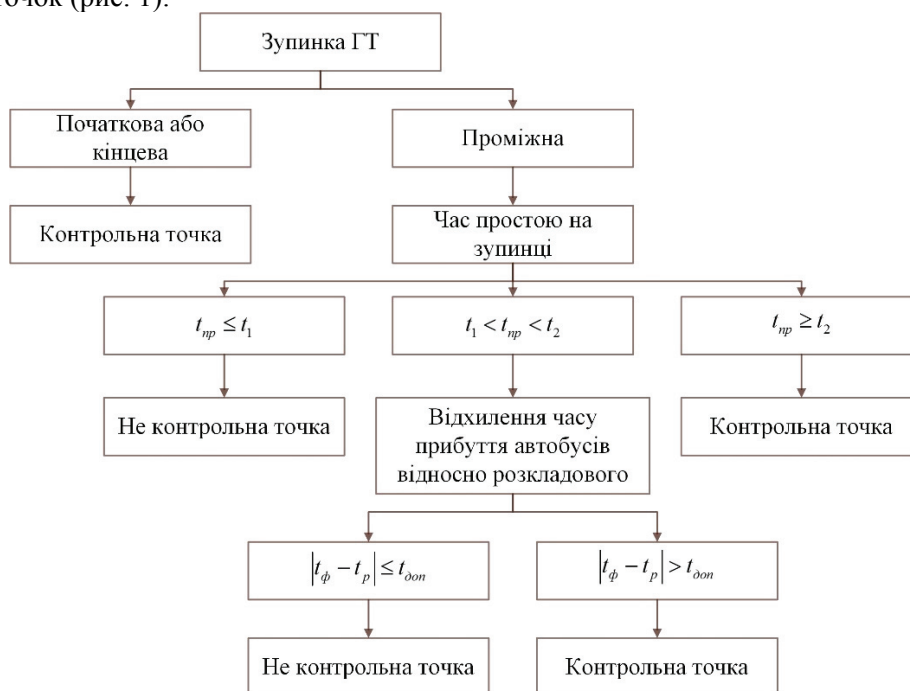


Рисунок 1 – Алгоритм вибору контрольних точок на маршруті громадського транспорту

Як видно з схеми алгоритму (рис.1), для вибору контрольних точок необхідні певні дані, а саме: t_{np} – час простою автобуса на зупинці, с; t_1 – значення часу простою, при якому зупинка не може вважатися контрольною точкою, с; t_2 – значення часу простою, при якому зупинка вважається контрольною точкою, с; t_ϕ – фактичний час прибуття автобуса на зупинку; t_p – час прибуття автобуса на зупинку згідно розкладу; $t_{дон}$ – допустимий час відхилення фактичного прибуття від запланованого.

Запропонований алгоритм є структурно головним, елементи якого потребують доопрацювання та створення процедур визначення показників.

Висновки

Провівши аналіз останніх наукових досліджень методів визначення контрольних точок на маршруті громадського транспорту, а також їх кількості, можна зробити висновок, що доцільність використання контрольних точок для оперативного контролю та корекції розкладу руху є актуальною та практичною задачею. Однак методи вибору контрольних точок суттєво відрізняються за своїми

підходами. Окрім того, на низькому рівні залишається простота користування цими методами в реальних умовах.

Найбільш точними є методи, що поєднують використання часових характеристик та значень пасажирських потоків.

Метою подальших досліджень є аналіз статистичних рядів даних щодо часу руху автобусів на маршрутах громадського транспорту та часу простою на зупинках та визначення часових параметрів t_1 , t_2 та $t_{дон}$ з одного боку та обсягу пасажирообміну з іншого, по яких можна було б класифікувати зупинку як звичайну чи як контрольну точку.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Транспортна стратегія України на період до 2020 року № 2174-р: офіц. текст: за станом на 20 жовтня 2010 р. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2174-2010-%D1%80>.
2. Филимонова І.Ю. Теоретичні аспекти оцінки якості роботи автобусів / І.Ю. Филимонова, Т.Є. Василенко, Д.В. Фесенко // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту: науково-виробничий збірник ДВНЗ «ДонНТУ» АДІ. – Горлівка, 2011. – № 2(13). – С. 15-20.
3. Большаков А.М. Повышение уровня обслуживания пассажиров автобусами на основе комплексной системы управления качеством: дис. к. э. н. – М., 1981. – 174 с.
4. Шабанов А.В. Региональные логистические системы общественного транспорта: методология формирования и механизм управления / А.В. Шабанов. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВЦ, 2001. – 205 с.
5. Селезньова Н.О. Основні напрямки підвищення якості та ефективності транспортних послуг / Н.О. Селезньова, П.О. Серебрянський // МНПК «Економіка и управление: современный подход к изучению проблематики». Науковий журнал «Аспект». – 2014. – № 6(31). – С. 44 – 48.
6. Вдовиченко В.А. Эффективность функционирования городской пассажирской транспортной системы: дис. канд. техн. наук. – Харьков: ХНАДУ, 2004. – 138 с.
7. Крейсман Е.А. Удосконалення методики організації автобусних перевезень в транспортній системі міст: дис. канд. техн. наук. – Київ: НТУ, 2002. – 138 с.
8. M. Friman, T. Gärling. Frequency of negative critical incidents and satisfaction with public transport services. Journal of Retailing and Consumer Services, V. 8(2). – 2001. – P. 105 – 114.
9. N. Paulley, R. Balcombe, R. Mackett, H. Titheridge, J. Preston, M. Wardman, J. Shires, P. White. The demand for public transport: The effects of fares, quality of service, income and car ownership. Transport Polisy. – V. 13 (4). – 2006. – P. 295 – 306.
10. Доля В.К. Пасажирські перевезення: підручник / В.К. Доля. – Харків: «Вид-во Форт», 2011. – 504
11. Транспортная логистика: Учебник / Под общ. ред. Л.Б. Миротина. – 2-е изд., стереотип. – М.: Издательство «Экзамен», 2005. – 512 с.
12. S.C. Wirasinghe, G. Liu, Determination of the number and locations of time points in transit schedule design – Case f a single run. Annals of Operations Research, Canada, 1995, P.161 – 191.
13. V.F. Hurdle, Minimum cost schedules for a public transportation route. Transportation Science, V.7 (2), 1973. – P. 109 – 137.
14. S.C. Wirasinghe, Re-examination of Newell's dispatching policy and extensions to a public bus route with many to many time-varying demand, in: Proceedings of the 11th International Symposium on Transportation and Traffic Theory, Tokyo, 1990. – P. 363 – 377.
15. Transit Scheduling: Basis and Advanced Manuals. Transportation research board executive committee, 1998, P. 149.
16. В.Н. Богумил. Организация автоматического контроля регулярности движения транспортных средств городского пассажирского транспорта / В.Н. Богумил, Д.Б. Ефименко // АлГТУ, Ползуновский вестник. – 2012. – № 3/2. – С. 198 – 202.
17. Польгун М.Б. Анализ моделей оперативного диспетчерского управления городским пассажирским транспортом / М.Б. Польгун, А.В. Воробьёва, А.В. Остроух // Молодой ученый. – 2011. – № 4. Т.3 – С. 9 – 13.
18. L.J.S. Lesley, The role of the timetable in maintaining bus service reliability. Proceedings of the International Symposium on Operating Public Transport, University of Newcastle-Upon-Tyne, UK, 1975.
19. M. Abkowitz, I. Engelstein, Methods for maintaining transit service regularity, Transportation Research Record, 1984. – 162 p.
20. M. Abkowitz, E. Amir, I. Engelstein, Optimal control of headway variation on transit routes, Journal of Advanced Transportation, V.20 (1). – 1986. – P. 73 – 88.

21. U. Vandebona, A. Richardson, Effect of checkpoint control strategies in a simulation transit operation, *Transportation Research*, V.20 (6), 1986. – P. 429 – 436.
22. P.N. Seneviratne, Analysis of on-time performance of bus services using simulation, *Journal of Transportation Engineering*, V. 116 (4), 1990. – P. 517 – 531.
23. S.C. Wirasinghe, Cost based approach to schedule travel time on a public transportation route, *Proceedings of the 12th International Symposium on the Theory of Traffic Flow and Transportation*, ed. C.F. Daganzo, Berkeley, CA (1993). – 205 p.
24. S. C. Wirasinghe, G. Liu. Optimal schedule design for a transit route with one intermediate time point. *Transportation Planning and Technology*. Volume 19, Issue 2, 1995, P. 121-145.
25. Efficient Transit Schedule Design of timing points: A comparison of Ant Colony and Genetic Algorithms. Ehsan Mazloumi^a, Mahmoud Mesbah^d, Avi Ceder^b, Sara Moridpour^c, Graham Currie. *Transportation Research Part B: Methodological*. Volume 46, Issue 1, 2012, P. 217–234
26. G. Liu, S. C. Wirasinghe. A simulation model of reliable schedule design for a fixed transit route. *Journal of Advanced Transportation*. Volume 35, Issue 2, 2001, P. 145–174.
27. Oded Cats, Anahid Nabavi Larijani, Haris N. Koutsopoulos, Wilco Burghout. Impacts of Holding Control Strategies on Transit Performance Bus Simulation Model Analysis. *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board* 05/2011. P. 51 – 58.
28. Oded Cats, Ferran Mach Rufi, Haris N. Koutsopoulos. Optimizing the number and location of time point stops. *Public Transport* 01/2014; 6(3):215-223.
29. James G. Strathman, Thomas J. Kimpel, Kenneth J. Dueker. Bus Transit Operations Control: Review and an Experiment Involving Tri-Met's Automated Bus Dispatching System. *Journal of Public Transportation*. Volume 4, Issue 1, 2001, P. 1–26.
30. Василенко Т.Є. Дослідження розподілу часу очікування пасажирями на автобуси на сумісній ділянці маршрутів / Т.Є. Василенко, Д.В. Фесенко, О.Й. Дульнявка // АДІ ДВНЗ «ДонНТУ», Вісті Автомобільно-дорожнього інституту. – 2009. – № 2 (9). – С. 206 – 214.
31. Спирин И.В. Научные основы комплексной реструктуризации городского пассажирского транспорта: Монография / И.В. Спирин. – М.: ИКФ «Каталог», 2007. – 200 с.

REFERENCES

1. Support to the transport strategy of Ukraine to 2020 year № 2174-p: 2010. Available at: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2174-2010-%D1%80>.
2. Fylymonova I.J., Vasylenko T.J., Fesenko D.V. Theoretical aspects of performance assessment buses. *Visti Avtomobilno-dorozhnoho instytutu: nauково-vyrobnytshyj zbirnyk*. 2011. No. 2(13). P. 15-20. (Ukr)
3. Bolschakov A.M. Improvement in customer service buses based on a comprehensive quality management system: PHD research. 1981. 174 p.
4. Shabanov A.V. Regional logistics system of public transport: the methodology of formation and management mechanism. Rostov-Na-Donu: SKNC VZ, 2001. 205 p. (Rus)
5. Seleznjova N.O., Serebrjanskij P.O. The main directions of improving the quality and efficiency of transport services. *Ekonomika i upravlenie: sovremennyi podhod k izutsheniju problematyky*. 2014. No. 6(31). – P. 44 – 48. (Ukr)
6. Vdovytsenko V.A. The efficiency of the urban passenger transport system: PHD research. Charkiv. 2004. 138 p. (Rus)
7. Krejsman E.A. Improved methods of bus transportation in the city's transport system: PHD research. Kyiv. 2002. 138 p. (Ukr)
8. M. Friman, T. Gärling. Frequency of negative critical incidents and satisfaction with public transport services. *Journal of Retailing and Consumer Services*, V. 8(2). – 2001. – P. 105 – 114.
9. N. Paulley, R. Balcombe, R. Mackett, H. Titheridge, J. Preston, M. Wardman, J. Shires, P. White. The demand for public transport: The effects of fares, quality of service, income and car ownership. *Transport Polisy*. – V. 13 (4). – 2006. – P. 295 – 306.
10. Dolja V.K. Passenger transport. Kharkiv. «Vydavnytstvo Fort». 2011. 504 p. (Ukr)
11. Myrotin L.B. Transport Logistics. Moskva. «Ekzamen». 2005. – 512 p. (Rus)
12. S.C. Wirasinghe, G. Liu, Determination of the number and locations of time points in transit schedule design – Case f a single run. *Annals of Operations Research*, Canada, 1995, P.161 – 191.
13. V.F. Hurdle, Minimum cost schedules for a public transportation route. *Transportation Science*, V.7 (2), 1973. – P. 109 – 137.

- 14.S.C. Wirasinghe, Re-examination of Newell's dispatching policy and extensions to a public bus route with many to many time-varying demand, in: Proceedings of the 11th International Symposium on Transportation and Traffic Theory, Tokyo, 1990. – P. 363 – 377.
- 15.Transit Scheduling: Basis and Advanced Manuals. Transportation research board executive committee, 1998, P. 149.
- 16.Bohumil V.N., Efymenko D.B. Organization automatic control movement regularity passenger transport. Polzunovskij vestnik. 2012. No. 3/2. – P. 198 – 202. (Rus)
- 17.Polhun M.B., Vorobjova A.B., Ostrouh A.V. Analysis of operational models control passenger transport. Molodoj Utshenyj. 2011. No. 4 (3) – P. 9 – 13. (Rus)
- 18.L.J.S. Lesley, The role of the timetable in maintaining bus service reliability. Proceedings of the International Symposium on Operating Public Transport, University of Newcastle-Upon-Tyne, UK, 1975.
- 19.M. Abkowitz, I. Engelstein, Methods for maintaining transit service regularity, Transportation Research Record, 1984. – 162 p.
- 20.M. Abkowitz, E. Amir, I. Engelstein, Optimal control of headway variation on transit routes, Journal of Advanced Transportation, V.20 (1). – 1986. – P. 73 – 88.
21. U. Vandebona, A. Richardson, Effect of checkpoint control strategies in a simulation transit operation, Transportation Research, V.20 (6), 1986. – P. 429 – 436.
- 22.P.N. Seneviratne, Analysis of on-time performance of bus services using simulation, Journal of Transportation Engineering, V. 116 (4), 1990. – P. 517 – 531.
- 23.S.C. Wirasinghe, Cost based approach to schedule travel time on a public transportation route, Proceedings of the 12th International Symposium on the Theory of Traffic Flow and Transportation, ed. C.F. Daganzo, Berkeley, CA (1993). – 205 p.
- 24.S. C. Wirasinghe, G. Liu. Optimal schedule design for a transit route with one intermediate time point. Transportation Planning and Technology. Volume 19, Issue 2, 1995, P. 121-145.
- 25.Efficient Transit Schedule Design of timing points: A comparison of Ant Colony and Genetic Algorithms. Ehsan Mazloumi^a, Mahmoud Mesbah^d, Avi Ceder^b, Sara Moridpour^c, Graham Currie. Transportation Research Part B: Methodological. Volume 46, Issue 1, 2012, P. 217-234
- 26.G. Liu S. C. Wirasinghe. A simulation model of reliable schedule design for a fixed transit route. Journal of Advanced Transportation. Volume 35, Issue 2, 2001, P. 145-174.
- 27.Oded Cats, Anahid Nabavi Larijani, Haris N. Koutsopoulos, Wilco Burghout. Impacts of Holding Control Strategies on Transit Performance Bus Simulation Model Analysis. Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board 05/2011. P. 51 – 58.
- 28.Oded Cats, Ferran Mach Rufi, Haris N. Koutsopoulos. Optimizing the number and location of time point stops. Public Transport 01/2014; 6(3):215-223.
- 29.James G. Strathman, Thomas J. Kimpel, Kenneth J. Dueker. Bus Transit Operations Control: Review and an Experiment Involving Tri-Met's Automated Bus Dispatching System. Journal of Public Transportation. Volume 4, Issue 1, 2001, P. 1-26.
- 30.Vasylenko T.J., Fesenko D.V., Dulnjava O.J. Investigation of the distribution of waiting times for passengers on buses joint section of the route. Visti Avtomobilno-dorozhnoho instytutu: naukovovyrobnitshyj zbirnyk. 2009. No.2 (9). – P. 206 – 214. (Ukr)
- 31.Spirin I.V. Scientific basis of a comprehensive restructuring of urban passenger transport. Moskva. «Katalog». 2007. – 200 p. (Rus)

РЕФЕРАТ

Білоус А.Б. Аналіз методів вибору контрольних точок маршруту громадського транспорту для визначення моменту корекції розкладу руху / А.Б. Білоус, Г.В. Півторак // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

В статті проведено аналіз літературних джерел щодо питання використання контрольних точок маршруту для корекції розкладів руху та методів вибору цих контрольних точок.

Об'єкт дослідження – часові параметри функціонування маршруту громадського транспорту.

Мета роботи – аналіз досліджень, спрямованих на вдосконалення методів корекції розкладів руху на маршруті на основі контрольних точок та формування удосконаленого алгоритму вибору контрольних точок.

Метод дослідження – аналіз літературних джерел.

Основним чинником, що враховується при визначенні показника якості транспортних перевезень за різними методиками, є час, що витрачається пасажиром на поїздку. А цей час, в свою

чергу, залежить від коректності складання розкладу руху на маршруті. Доцільність формування і редагування розкладів руху з використанням контрольних точок маршруту (зупинок, де відбувається контроль фактичного та розкладового часу руху) є загально визнаною. Проте й досі немає однозначного алгоритму вибору цих контрольних точок. Проаналізувавши існуючі дослідження в цій галузі, можна виділити три групи методів: визначення контрольних точок на основі часових характеристик маршруту, на основі значень пасажиропотоку на маршруті та на основі поєднання цих показників. Авторами пропонується алгоритм вибору контрольних точок на основі значень часу простою транспортного засобу на зупинці та відхилення часу прибуття транспортного засобу на зупинку відносно розкладового. В подальшому планується проводити аналіз статистичних даних про час рейсу на маршруті з метою визначення конкретних числових значень вищезазначених показників, на основі яких можна було б класифікувати зупинку як контрольну точку.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЯКІСТЬ РОБОТИ АВТОБУСІВ, РОЗКЛАД РУХУ, КОНТРОЛЬНА ТОЧКА.

ABSTRACT

Biloys A.B., Pivtorak H.V. Analysis methods for selecting time points transit for defining moment of schedule correction. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

This paper analyzes the literature regarding using the time points for transit schedules changing and methods of time points selection.

Object of the study – time characteristics of transit route operating.

Purpose of the study – analysis of studies for improving methods of transit schedules changing based on time points and the improved algorithm for selecting time points building.

Method of the study – science sources analysis.

The main issue taken into account when determining quality transport using different methods is the passenger's travel time. And now, in turn, depends on the accuracy of scheduling traffic on the route. The feasibility of forming and editing schedules using the time points of the route (stops, where the actual control and corrupting time traffic) is generally recognized. However, there is still no unambiguous selection algorithm of time points. After analyzing the existing research in this area, there are three groups of methods: determination of time points based on the temporal characteristics of a route, based on the values of passenger traffic on the route and on the basis of the combination of these indicators. The authors proposed algorithm selection time points based on the values of the downtime of the vehicle to stop and reject the arrival time of the vehicle to a stop relative corrupting. Future plans are to analyze statistical data on the flight the route to determine the specific numerical values of the above parameters, which could be classified as a stop reference time point.

KEYWORDS: QUALITY TRANSPORT, SCHEDULE, TIME POINT.

РЕФЕРАТ

Билоус А.Б. Анализ методов выбора контрольных точек маршрута общественного транспорта для определения момента коррекции расписаний движения / А.Б. Билоус, Г.В. Пивторак // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье проведено анализ литературы по вопросам использования контрольных точек маршрута для коррекции расписания движения та методов выбора этих контрольных точек.

Объект исследования – часовые параметры функционирования маршрута общественного транспорта.

Цель работы – анализ исследований, направленных на совершенствование методов коррекции расписаний движения на маршруте на основе контрольных точек та формирование усовершенствованного алгоритма выбора этих контрольных точек.

Метод исследования – анализ литературы.

Главным фактором, который учитывается при определении показателя качества транспортных перевозок по разным методикам, есть время, которое используется пассажиром на поездку. А это время зависит от корректности составления расписаний движения на маршруте. Целесообразность формирования и редактирования расписаний с использованием контрольных точек (остановок, на которых происходит контроль фактического времени движения та времени движения согласно расписанию) признают все. Но до сих пор нет однозначного алгоритма выбора этих контрольных точек. После проведения анализа существующих исследований в этой отрасли можно выделить три

группы методов: определение контрольных точек на основе часовых параметров маршрута, на основе значений пассажиропотока на маршруте та на основе объединения этих показателей. Авторами предлагается алгоритм выбора контрольных точек с учетом значений времени простоя транспортного средства на остановке та отклонения времени прибытия транспортного средства на остановку относительно времени согласно расписанию. В дальнейшем планируется проводить анализ статистической информации про время рейса на маршруте с целью определения конкретных числовых значений вышеназванных показателей, на основе которых можно классифицировать остановку как контрольную точку.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: КАЧЕСТВО РАБОТЫ АВТОБУСОВ, РАСПИСАНИЕ ДВИЖЕНИЯ, КОНТРОЛЬНАЯ ТОЧКА.

АВТОРИ:

Білоус Андрій Борисович, кандидат технічних наук, доцент, Національний університет «Львівська політехніка», доцент кафедри «Транспортні технології», e-mail: andrii.b.bilous@lpnu.ua, тел. +380972206521, Україна, 79013, м. Львів, вул. С.Бандери 32, к. 209.

Півторак Галина Василівна, Національний університет «Львівська політехніка», асистент кафедри «Транспортні технології», e-mail: halyna.v.pivtorak@lpnu.ua, тел. +380673092399, Україна, м. Львів, 79013, вул. С.Бандери 32, к. 208.

AUTHOR:

Bilous Andrij B., Ph.D., associate professor, National University Lviv Polytechnic, associate professor department of Transport Technologies, e-mail: andrii.b.bilous@lpnu.ua, tel. +380972206521, Ukraine, 79013, Lviv, Bandery str. 32, of. 209.

Pivtorak Halyna V., National University Lviv Polytechnic, assistant department of Transport Technologies, e-mail: halyna.v.pivtorak@lpnu.ua, tel. +3806730923991, Ukraine, 79013, Lviv, Bandery str. 32, of. 208.

АВТОРЫ:

Билоус Андрей Борисович, кандидат технических наук, доцент, Национальный университет «Львовская политехника», доцент кафедры «Транспортные технологии», e-mail: andrii.b.bilous@lpnu.ua, тел. +380972206521, Украина, г. Львов, 79013, ул. С.Бандеры 32, к. 209.

Пивторак Галина Васильевна, Национальный университет «Львовская политехника», асистент кафедры «Транспортные технологии», e-mail: halyna.v.pivtorak@lpnu.ua, тел. +380673092399, Украина, г. Львов, 79013, ул. С.Бандеры 32, к. 208.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Грисюк Ю.С. , кандидат економічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри транспортного права та логістики, Київ, Україна.

Бабушкін Генадій Федорович, д.т.н., професор, завідувач кафедри «Транспортні технології», Запорізький національний технічний університет, Запоріжжя, Україна.

REVEIWER:

Hrysiuk Y. S , PhD , Associate Professor, National Transport University , Associate Professor of Law and transport logistics, Kyiv , Ukraine .

Babushkin G. F., Professor, Head of the «Transportation Technology», Zaporizhzhya National Technical University, Zaporozhye, Ukraine

ДОСЛІДЖЕННЯ ОБСЯГІВ ВАНТАЖОПОТОКІВ
НА ОСНОВІ МОДЕЛІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЛОГІСТИЧНОГО СЕРВІСУ

Бубела А.В., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Полозенко О.П., Національний транспортний університет, Київ, Україна
Мельниченко О.І., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Романюк Р.І., Національний транспортний університет, Київ, Україна

STUDIES ON THE BASIS OF VOLUMES FREIGHT TRAFFIC MODELS OF LOGISTIC SERVICES

Bubela A.V., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Polozenko O.P., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Melnichenko O.I., Ph. D., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Romanyuk R.I., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЪЕМОВ ГРУЗОПОТОКОВ
НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОГО СЕРВИСА

Бубела А.В., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Полозенко О.П., Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Мельниченко А.И., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Романюк Р.И., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Розвиток зовнішньої торгівлі України перебуває під значним впливом чинників економічного, науково-технічного, політичного характеру, що поступово трансформують її структуру як географічну, так і товарну. Україна має надзвичайно вигідне транзитне розташування: через Україну проходять три міжнародних транспортних коридори, чотири національних. Основними проблемами для використання транзитного потенціалу України є якість доріг, економічні кризи 1990-1999 та 2008-2009 років, сьогоденні напружені відносини з Росією, недостатнє фінансування дорожньо-транспортної галузі.

Незважаючи на негативні очікування, зумовлені відчутним підвищенням цін на енергоносії та внутрішньополітичне протистояння в Україні, регулювання зовнішньої торгівлі вимагає відповідного вирішення задач, щодо впровадження засобів логістики, які обумовлюють ефективність перевезень вантажів.

Через системну внутрішню та світову фінансово-економічну кризу у 2009 р. обсяги експорту товарів та послуг скоротилися майже вдвічі і досягли рівня 2005-2006 років. В 2010-2011 в результаті стабілізації основних експортних ринків України відбулось поступове відновлення експорту, який в 2011 році майже на 4 млн. дол. США перевершив рекордний експорт 2008 року і сягнув майже 83 млн.дол.США [1, 2].

Близько 27 % усього експорту українських товарів припадає на країни Європи, а понад 34 % обсягів товарів перевозиться в країни СНД. Важливе місце в зовнішньоекономічних зв'язках України займають країни Азії, куди за останні роки було здійснено понад 26 % усього експорту товарів [3].

Що стосується імпорту, то в Україну збільшився обсяг товарів із країн ЄС, який складає понад 37%, водночас зменшилося постачання із країн СНД та Азії, відповідно до 36% та 20% [3]. Динаміка зовнішньоекономічного вантажопотоку через кордони України представлено в табл. 1.

Табл. 1 дає змогу зробити висновок, що перше місце за переміщенням значних обсягів вантажів в імпортному, експортному та транзитному сполученнях посідає залізничний транспорт. В той же час, суттєві вантажопотоки здійснюються трубопровідним, автомобільним та іншими видами транспорту, що потребує розробки механізмів оптимальної взаємодії різних видів транспорту. Таким чином, **мета** даної роботи полягає у дослідженні обсягів вантажопотоків на основі раціональної моделі забезпечення логістичного сервісу в проектах перевезень вантажів.

Таблиця 1 – Зовнішньоекономічні вантажопотоки через кордони України за основними видами транспорту 2013 р.[4]

(тис.т)

	Всього	у тому числі		
		експорт	імпорт	транзит
Автомобільний	26040,25	8898,19	11557,09	5584,97
Річковий	5,89	-	3,73	2,16
Залізничний	155873,39	89100,16	33790,21	32983,02
Морський	2580,52	831,69	229,50	1519,33
Авіаційний	1,38	0,52	0,09	0,77
Трубопровідний	99671,50	-	20422,26	79249,24
Інше	87646,30	76727,84	10131,36	787,10
Всього	371819,23	175558,40	76134,24	120126,59

Основні закономірності побудови математичної моделі логістичного сервісу формуються на основі обробки відповідної статистичної інформації. Як правило, в якості функції обирається величина, що характеризує обсяги надання послуг з логістичного сервісу. Аргументом даної моделі приймається обсяг перевезень вантажів. Модель може бути побудована у вигляді:

$$Q = f(Q_I) \quad (1)$$

де Q – обсяги надання послуг з логістичного сервісу;

Q_I – обсяги перевезень вантажів.

Основні дані, які характеризують величини Q і Q_I представлені в табл.2.

Таблиця 2 – Основні дані, що характеризують перевезення вантажів та надання послуг з логістичного сервісу

Роки	Обсяги експорту вантажів Q_I , млн. дол. США	Обсяги надання транспортних послуг Q , млн. дол. США
2003	23080,2	3513,98
2004	32672,3	4041,79
2005	34286,8	4480,3
2006	38367,7	5354,8
2007	49248,1	6111,7
2008	66967,3	7636,5
2009	39695,7	6305,6
2010	51430,5	7848
2011	68394,2	9062,4
2012	68809,8	8541,1
2013	63312,02	7857,8

Модель має бути задана у вигляді регресійної моделі, яка може бути лінійною або не лінійною, у залежності від адекватності моделі.

Загальний вигляд моделі такий:

$$Q = a + b Q_I + E, \quad (2)$$

де Q – обсяг наданих логістичних послуг;
 a і b обраховуються експериментальним шляхом;
 Q_l – обсяг перевезень вантажів;
 E – похибка моделювання.
Середнє значення фактора визначається з виразу:

$$\overline{Q}_l = \frac{\sum_{l=1}^k m_{Q_l i} Q_{li}}{n} \quad (3)$$

Середнє значення показника визначається з виразу:

$$\overline{Q} = \frac{\sum_{j=1}^J m_{Qj} Q_j}{n} \quad (4)$$

Зв'язок між випадковими величинами Q і Q_l може бути описаний за допомогою визначення кореляційного моменту, який описує розсіювання цих величин:

$$\overline{K}[Q_l, Q] = \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{li} - \overline{Q}_l)(Q_i - \overline{Q})}{n} \quad (5)$$

Для оцінки ступеню щільності лінійної залежності між випадковими величинами (Q , Q_l) необхідно визначити коефіцієнт кореляції, який змінюється в межах від -1 до 1. Якщо $r[Q_l, Q] > 0$, то між цими величинами існує обернена залежність.

$$r[Q_l, Q] = \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{li} - \overline{Q}_l)(Q_i - \overline{Q})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Q_{li} - \overline{Q}_l)^2 \sum_{i=1}^n (Q_i - \overline{Q})^2}} \quad (6)$$

Оцінкою коефіцієнту кореляції є вибірковий коефіцієнт кореляції:

$$\bar{r}[Q_l, Q] = \frac{\overline{K}[Q_l, Q]}{\overline{\sigma}[Q_l] * \overline{\sigma}[Q]} \quad (7)$$

Одним з основних показників щільності кореляційного зв'язку показника Q з факторами Q_{li} ($i = 1, m$) є коефіцієнт множинної кореляції, який є коренем квадратним з вибіркового коефіцієнту множинної детермінації.

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Q_i^p - \overline{Q})^2}{\sum_{i=1}^n (Q_i - \overline{Q})^2} \quad (8)$$

Оцінка величини погрішності лінійного однофакторного рівняння визначається наступним чином. Позначимо різницю між фактичним значенням результативної ознаки і його розрахунковим значенням як U_i :

$$U_i = Q_i - Q_i^p \quad (9)$$

В якості міри сумарної погрішності вибрана величина S .

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n U_i^2}{n-2} \quad (10)$$

Оскільки (середнє значення залишків $\bar{U}$) дорівнює нулю, то сумарна погрішність дорівнює залишковій дисперсії D_u :

$$D_u = \frac{\sum_{i=1}^n U_i^2}{n-2} = S \quad (11)$$

В економічних застосуваннях допустима сумарна погрішність може скласти не більше 20% від дисперсії результативної ознаки D_Q .

Стандартна похибка рівняння знаходиться за виразом:

$$\sigma_u = \sqrt{D_u} \quad (12)$$

Відносна похибка рівняння регресії знаходиться як:

$$g = \frac{\sigma_u}{Q} \cdot 100\% \quad (13)$$

Якщо величина відносної похибки мала і відсутня автокореляція залишків, то прогнозна якість оціненого рівняння велика.

Залежність транспортних послуг від обсягів експорту вантажів представлено на рис.1.

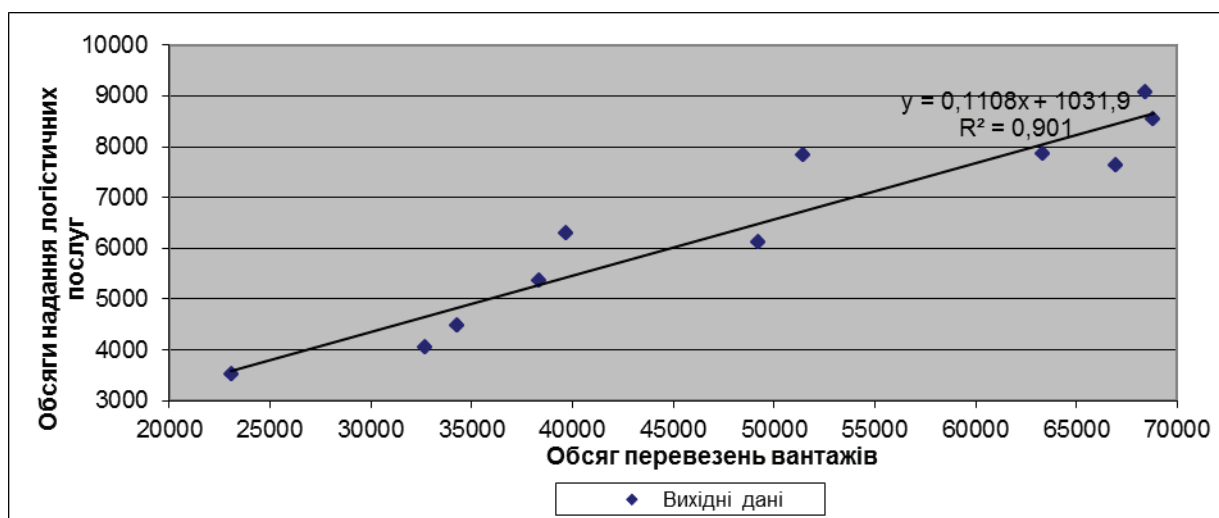


Рисунок 1 – Залежність транспортних послуг від обсягів експорту вантажів

Загальна похибка моделювання (E) становить 1%, що адекватно описує процес. Загальний коефіцієнт детермінації (R^2) становить 90%. Тобто, побудована модель досить адекватно описує реальні процеси перевезення вантажів та забезпечення їх логістичного сервісу.

На основі проведеного аналізу можна зробити наступні **висновки** стосовно міжнародних перевезень вантажів, які полягають в наступному:

1) Україна є транзитною державою, розміщення якої дозволяє суттєво збільшити обсяги міжнародних перевезень, включаючи транзитні, та отримати на цій основі суттєві доходи.

2) Фактичний стан розвитку міжнародних зв'язків України дозволяє суттєво збільшити експортний, імпорتنний та транзитний потенціал у розвитку міжнародних перевезень вантажів.

3) Стан транспортного комплексу України свідчить про необхідність значного вдосконалення організації міжнародних перевезень (оновлення рухомого складу, розвиток інфраструктури транспортного ринку та експедиторське обслуговування, суттєве покращення якості перевезень).

4) Покращення міжнародних перевезень може бути досягнуто за рахунок комплексного розв'язання множини задач соціального, технічного, технологічного, економічного, правового та політичного спрямування.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Державна служба статистики України – [Електронний ресурс] – http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/zd/ztt/arh_ztt2001.html
2. Державна служба статистики України – [Електронний ресурс] – http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2005/zd/zd_rik/zd_u/gsp_u.html
3. Державна служба статистики України – [Електронний ресурс] – http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2013/zd/ztt/ztt_u/arh_ztt2013.html
4. Статистичний бюлетень. Експорт, імпорт і транзит вантажів за 2013 рік /Державна служба статистики України – К.: Держаналітінформ, 2014 – 83 с.

REFERENCES

1. State statistics service of Ukraine – [electronic resource] – http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/zd/ztt/arh_ztt2001.html (Ukr)
2. State statistics service of Ukraine – [electronic resource] – http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2005/zd/zd_rik/zd_u/gsp_u.html (Ukr)
3. State statistics service of Ukraine – [electronic resource] – http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2013/zd/ztt/ztt_u/arh_ztt2013.html (Ukr)
4. Statistical yearbook. Export, import and transit of goods 2013/ State statistics service of Ukraine – K.: Stateanalitinform, 2014 – 83 p. (Ukr)

РЕФЕРАТ

Бубела А.В. Дослідження обсягів вантажопотоків на основі моделі забезпечення логістичного сервісу / А.В. Бубела, О.П. Положенко, О.І. Мельниченко, Р.І. Романюк // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

У статті проаналізовано сучасний стан та тенденції розвитку зовнішньої торгівлі України, проведено дослідження обсягів вантажопотоків на основі раціональної моделі забезпечення логістичного сервісу, визначено основні напрямки розвитку потенціалу систем логістичного сервісу в Україні.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЛОГІСТИЧНИЙ СЕРВІС, МОДЕЛЬ, ВАНТАЖОПОТОКИ.

ABSTRACT

Bubela A.V., Polozenko O.P., Melnychenko O.I., Romanyuk R.I. Studies on the basis of volumes freight traffic models of logistic services. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

The article provides analyses the current state and development trends of Ukraine's foreign trade, carried out research of cargo volumes which based on the rational model of providing logistics services, defined the main directions of development of the capacity of systems of logistics service in Ukraine.

KEYWORDS: LOGISTIC SERVICES, MODELS, FREIGHT TRAFFIC.

РЕФЕРАТ

Бубела А.В. Исследование объёмов грузопотоков на основе модели обеспечения логистического сервиса / А.В. Бубела, О.П. Положенко, А.И. Мельниченко, Р.И. Романюк // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье проанализировано современное состояние и тенденции развития внешней торговли Украины, проведено исследование объёмов грузопотоков на основе рациональной модели обеспечения логистического сервиса, определены основные направления развития потенциала систем логистического сервиса в Украине.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ЛОГИСТИЧЕСКИЙ СЕРВИС, МОДЕЛЬ, ГРУЗОПОТОК.

АВТОРИ:

Бубела Андрій Володимирович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри транспортного права та логістики, e-mail: Bubelaandrey@ukr.net, тел. +380505535594, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 439.

Положенко Олег Павлович, магістр, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Мельниченко Олександр Іванович, кандидат технічних наук, професор, Національний транспортний університет, учений секретар Національного транспортного університету, e-mail: melnichenko@ntu.edu.ua, тел. +380506562446, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1.

Романюк Роланд Іванович, аспірант, Національний транспортний університет, Київ, Україна

AUTHORS:

Bubela Andrii V., Ph.D., associate professor, National Transport University, associate professor department of Logistics and Transport Law, e-mail: Bubelaandrey@ukr.net, tel. +380505535594 Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 439.

Polozenko Oleg P., master, National Transport University, Kyiv, Ukraine

Melnichenko Olexandr I., Ph. D., professor, National Transport University, scientific secretary, e-mail: melnichenko@ntu.edu.ua, tel. +380506562446, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1.

Romanyuk Roland I., postgraduate, National Transport University, Kyiv, Ukraine

АВТОРЫ:

Бубела Андрей Владимирович, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры транспортного права и логистики, e-mail: Bubelaandrey@ukr.net, тел. +380505535594, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 439.

Положенко Олег Павлович, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Мельниченко Александр Иванович, кандидат технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, учений секретарь Национального транспортного университета, e-mail: melnichenko@ntu.edu.ua, тел. +380506562446, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1.

Романюк Роланд Иванович, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Савенко В.Я., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри будівництва та експлуатації доріг, Київ, Україна.

Заславський В.А. доктор технічних наук, професор, Київський національний університет ім. Т. Шевченка, начальник управління з міжнародного науково-технічного співробітництва та інноваційних технологій.

REVIEWER:

Savenko V.I., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National University, professor, department of Road Construction and Maintenance, Kyiv, Ukraine.

Zaslavskiy V.A., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, Taras Shevchenko National University of Kyiv, head of department for international scientific and technical cooperation and innovation technology, Kyiv, Ukraine.

СКІНЧЕННО-ЕЛЕМЕНТНИЙ МОНІТОРИНГ КОНСТРУКЦІЙ МІЖНАРОДНОГО ВИСТАВКОВОГО ЦЕНТРУ

Вашіліна О.В., кандидат фізико-математичних наук. Національний транспортний університет, Київ, Україна

Борщ О.І., кандидат технічних наук Національний транспортний університет, Київ, Україна

Котенко К.Е., Національний університет будівництва та архітектури, Київ, Україна

Ткаченко І.А., Міжнародний виставковий центр, Київ, Україна

FINITE-ELEMENT MONITORING OF STRUCTURES OF INTERNATIONAL EXHIBITION CENTER

Vashchilina O.V., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine

Borshch O.I., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine

Kotenko K.E., National University of Building and Architecture, Kyiv, Ukraine

Tkachenko I.A., International Exhibition Center, Kyiv, Ukraine

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНЫЙ МОНИТОРИНГ КОНСТРУКЦИЙ МЕЖДУНАРОДНОГО ВЫСТАВОЧНОГО ЦЕНТРА

Ващилина Е.В., кандидат физико-математических наук. Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Борщ Е.И., кандидат технических наук. Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Котенко К.Э., Национальный университет строительства и архитектуры, Киев, Украина

Ткаченко И.А., Международный выставочный центр.

Постановка проблеми.

Безпека об'єкта, як правило, повинна забезпечуватися шляхом реалізації принципу ешелонування захисту, який базується на використанні бар'єрів, що послідовно включаються в роботу, функціонують незалежно один від одного та виконують наступні функції:

- перешкоджають виникненню перевантажень, збоїв і аварійних ситуацій;
- забезпечують сприйняття аварійних перевантажень і гарантують не руйнівність, а також функціонування основної частини об'єкта;
- запобігають лавиноподібному розвитку руйнувань і відмов, а також локалізують наслідки аварії, що вже сталася.

Для створення і забезпечення ефективності зазначених бар'єрів безпеки, повинні бути передбачені технічні рішення та організаційні заходи, одним із яких є своєчасне діагностування, оцінка технічного стану та попередження можливих негативних наслідків.

Мета роботи полягає у створенні скінченно-елементної моделі [1, 2] і програмного забезпечення для комп'ютерного моніторингу конструкції міжнародного виставкового центру для визначення критичних та динамічних критеріїв несучої здатності будівлі за рахунок змін умов її експлуатації у випадку можливого осідання основи й часткового зниження міцності елементів, а також встановлення додаткового устаткування.

Для досягнення цієї мети розв'язані наступні задачі:

- Розроблена методика оцінки спектрів частот і форм власних коливань конструкції виставкового центру розрахунковим методом. Передпроцесорна підготовка вихідної інформації для створення математичної моделі МВЦ і виконання розрахунків.
- Розрахунковими методами визначенні реперні точки на елементах конструкції виставкового центру для встановлення вимірювальних приладів і визначені орієнтації векторів динамічних переміщень.
- Виконана графічна і анімаційна обробка результатів розрахунків.
- Враховані дані вібродинамічних випробувань при вдосконаленні просторової моделі конструкції і виконані додаткові перевіірочні розрахунки споруди з метою перевірки виключення резонансних режимів коливань конструкції при вітрових і сейсмічних впливах

– Надані заключні висновки.

В результаті виконання досліджень була створена скінченно-елементна модель для розрахунку міцності, стійкості і коливань стрижневої системи конструкції виставкового центру. Ці дані можна використати для перевірки її напружено-деформованого стану при встановленні деяких видів додаткового обладнання і для вибору реперних точок конструкції при встановленні вимірювальної апаратури під час експериментальної перевірки динаміки конструкції в змінених умовах.

Конструктивна схема виставкового центру.

Будівлі Міжнародного виставкового центру умовно поділені на три блоки, які архітектурно і конструктивно пов'язані між собою (блоки А, Б та В див. рис. 1).

В осях 5-8 Б-И розташовано перший пусковий комплекс (блок А). Він являє собою прямокутну в плані будівлю з розмірами в плані 127,2 м на 97,2 м. Висота будівлі в високій частині складає 21 м. По всьому контуру будівлі розташована односкатні кроквяні ферми довжиною 24 м, ферми пониженої частини даху з одного боку спираються на колони зовнішнього контуру будівлі, що розставлені з кроком 6м та 6,15 м, а з другого – на середні рамні колони та стійки підкроквяних ферм. Висота колон зовнішнього ряду +7,850 м, висота нижнього поясу кроквяних ферм пониженої частини +8.100 м. В кутових ділянках пониженої частини даху будівлі, передбачено діагональні ферми, розміщені під кутом 45° відносно цифрових та буквених осей будівлі. Діагональні ферми одним кінцем спираються на колону центрального ряду, а другим на колону зовнішнього контуру будівлі.

Під підвищену частину даху будівлі, запроектовано центральні колони з кроком вздовж цифрових осей 30м 60м, та 48м вздовж буквених. На внутрішні колони спираються вздовж цифрових осей 30-ти метрові підкроквяні ферми з паралельними поясами. Кроквяні ферми підвищеної частини даху розташовані вздовж буквених осей з шагом 10 метрів, вони спираються на центральні колони та підкроквяні ферми. Кроквяні ферми підвищеної частини даху мають еліпсоподібну форму з висотою 6м. Торцеві кроквяні ферми підвищеної частини даху виконують функції підкроквяних, так як до них підв'язуються ферми зниженої частини покрівлі металевих каркасу.

Стійкість будівлі вздовж цифрових осей забезпечена горизонтальними в'язями по торцях та вертикальними в'язями по колонам в осях 5-8. Вздовж буквених осей стійкість забезпечується рамами вздовж осей Г та Е з заземленням колон в фундаментах.

Вздовж осі 5 до будівлі першого пускового комплексу (блоку А) примикає будівля другого пускового комплексу, яка має Г подібну форму в плані і умовно розділена на два блоки Б та В об'єднані в осях 4а1 – 4а8, Г-Е спільним покриттям.

В осях 1-4 Б-И розташовано блок В, розмірами в плані 121,2 м на 97,2 м. Блок являє собою двоярусну будівлю, перший ярус (понижена частина даху будівлі) розміщено по трьох сторонах з односкатних ферм прольотом 24 м, відмітка нижнього поясу ферм пониженої частини даху будівлі +9,500 м. Ферми пониженої частини даху будівлі з одного боку спираються на колони, які розташовані по зовнішньому контуру з кроком 6 м та 6,15м, а з другого боку (вздовж осі 2) – зв'язані з підкроквяними фермами внутрішньої

Другий ярус – підвищена частина даху будівлі в осях Г-Е, 1-5 перекрита системою ферм. Підкроквяні ферми вздовж осі 2 та осі 5 мають прольоти 18 та 24 м, підкроквяні ферми вздовж осей 3 та 4 мають прольоти 60м. У поперечному напрямку (вздовж буквених осей), запроектовано кроквяні ферми, у вигляді «хвилі», які мають прольоти 48 м, 24 м, та 37 м. Кроквяні ферми «хвилі» розташовані з кроком 6 та 12 метрів.

В осях 4-5 розміщено блок Б другого пускового комплексу, який має розміри в плані 176 м на 37м, (42м) . Блок перекривається еліпсоподібними фермами з кроком 8,2 м, що спираються на колони та підкроквяні ферми розміщені вздовж осі 4 та осі 5. Стійкість цієї частини будівлі вздовж цифрових осей забезпечується системою горизонтальних і вертикальних в'язів, вздовж буквених осей за рахунок жорсткого закріплення ферм в колонах, а колон в фундаментах.

На рис. 2.2 та рис.2.3 наведено основні креслення будівлі: схема елементів покриття по нижнім поясам блоків "А", "Б", "В".

Другий ярус – підвищена частина даху будівлі в осях Г-Е, 1-5 перекрита системою ферм. Підкроквяні ферми вздовж осі 2 та осі 5 мають прольоти 18 та 24 м, підкроквяні ферми вздовж осей 3 та 4 мають прольоти 60м. У поперечному напрямку (вздовж буквених осей), запроектовано кроквяні ферми, у вигляді «хвилі», які мають прольоти 48 м, 24 м, та 37 м. Кроквяні ферми «хвилі» розташовані з кроком 6 та 12 метрів.

В осях 4-5 розміщено блок Б другого пускового комплексу, який має розміри в плані 176 м на 37м, (42м) . Блок перекривається еліпсоподібними фермами з кроком 8,2 м, що спираються на колони

та підкроквяні ферми розміщені вздовж осі 4 та осі 5. Стійкість цієї частини будівлі вздовж цифрових осей забезпечується системою горизонтальних і вертикальними в'язів, вздовж буквених осей за рахунок жорсткого закріплення ферм в колонах, а колон в фундаментах.

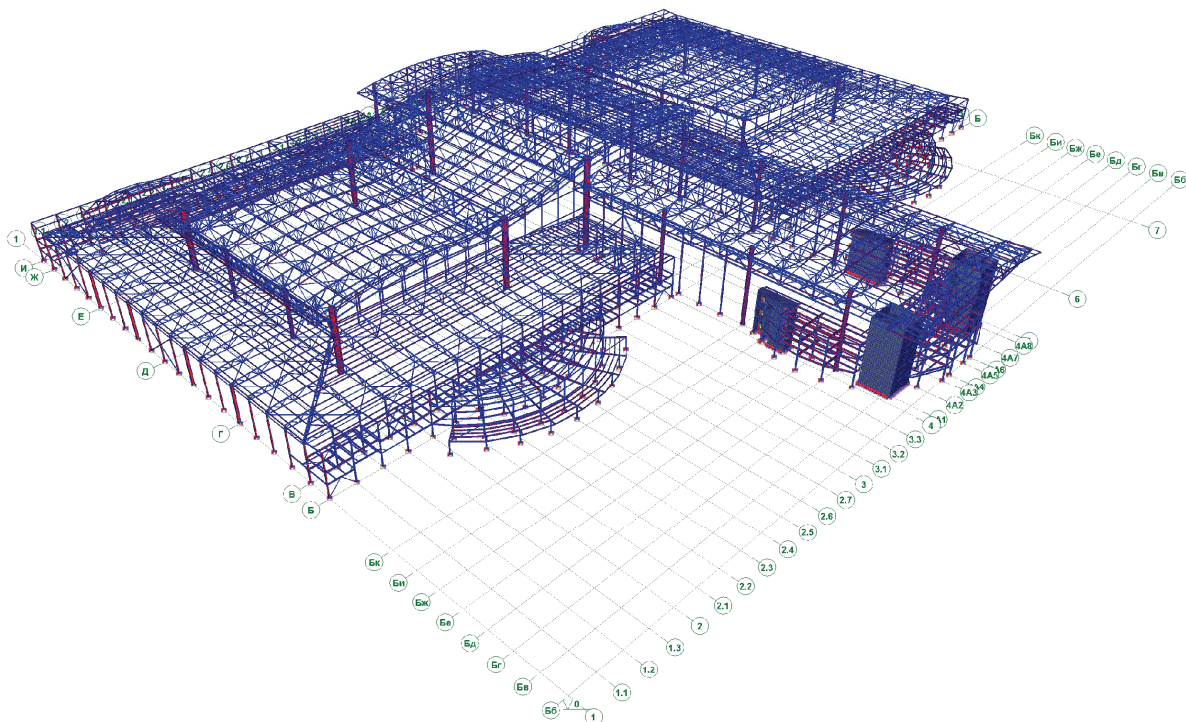


Рисунок 1 – Загальний вигляд будівель виставкового центру

Діючі навантаження включають наступні складові: вихідні навантаження від власної ваги всієї споруди (несучі та допоміжні під конструкції), експлуатаційні навантаження, навантаження від переднапруження, а також снігові, льодові та вітрові навантаження, температурні та сейсмічні впливи. Навантаження від власної ваги скінчено-елементної моделі обраховуються автоматично зважаючи на розміри перерізів конструктивних частин та значень густин матеріалів.

Навантаження і впливи задані згідно ДБН В.1.2-2:2006. При визначенні нормативних навантажень встановлений строк експлуатації будівлі прийнято згідно додатку В ДБН В.1.2-2:2006, $T_{ef}=100$ років. Коефіцієнт запасу по навантаженню γ_{fm} прийнятий рівним 1,14, згідно таблиці 8.1 та 9.1 ДБН В.1.2-2:2006. Коефіцієнти запасу для конструкцій класу відповідальності А, та будівель класу наслідків по відповідальності СС3 прийнято $\gamma_n=1,25$ таблиці 5 ДБН В.1.2-14:2009. Деякі значення нормативних і розрахункових значень навантажень, що задані в схемі, наведені у таблиці 1.

При проведенні перевірочних розрахунків конструкції виставкового центру розглядалися: статичний напружено-деформівний стан конструкції, викликаний як її переднапруженням, так і дією статичних навантажень; стійкість конструкції при дії статичних навантажень (попереднє навантаження та активні зовнішні сили), а також власні коливання (частоти та форми) попередньо напруженої конструкції з врахуванням та без урахування приєднаних мас допоміжного обладнання та снігу.

Використаний спосіб збільшення жорсткості конструкції виставкового центру за рахунок її переднапруження і задача побудови спектрів частот та форм власних коливань системи призводять до необхідності використання нелінійної постановки загальної задачі. У зв'язку з цим застосовується кроковий алгоритм метода продовження по параметру з додатковими ітераціями на кожному кроці процедури Ньютона-Рафсона. При цьому відбувається перебудова лінеаризованої матриці жорсткості з врахуванням зміни в процесі навантаження конструкції її геометрії та внутрішніх переднапружуючих сил. Аналіз пружного деформування конструкції виставкового центру на кожному кроці реалізується розв'язком системи лінеаризованих алгебраїчних рівнянь для скінчено елементної моделі

$$[K]\{\Delta u\} = \{\Delta f\} - \{r\}, \quad (1)$$

Таблиця 1 – Деякі значення нормативних і розрахункових значень навантажень у схемі

	Групи навантажень	Нормативне навантаження, кг/м ²	Коефіцієнт перевантажень для груп навантажень в завантаженнях								
			L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9
1	Власна вага металоконструкцій	*	1.1								
2	Власна вага покрівлі	27,3		1.1							
3	Технологічне навантаження на покрівлю	20			1						
4	Корисне навантаження на покрівлю	50				1					
5	Снігове навантаження за ДБН	163					1.14				
6	Вітрове навантаження вздовж осі X							1.14			
7	Вітрове навантаження проти осі X								1.14		
8	Вітрове навантаження проти осі Y									1.14	
9	Вітрове навантаження вздовж осі Y										1.14
10	Власна вага стінових сандвіч панелей	40		1							

Використаний спосіб збільшення жорсткості конструкції виставкового центру за рахунок її переднапруження і задача побудови спектрів частот та форм власних коливань системи призводять до необхідності використання нелінійної постановки загальної задачі. У зв'язку з цим застосовується кроковий алгоритм метода продовження по параметру з додатковими ітераціями на кожному кроці процедури Ньютона-Рафсона. При цьому відбувається перебудова лінеаризованої матриці жорсткості з врахуванням зміни в процесі навантаження конструкції її геометрії та внутрішніх переднапружуючих сил. Аналіз пружного деформування конструкції виставкового центру на кожному кроці реалізується розв'язком системи лінеаризованих алгебраїчних рівнянь для скінчено елементної моделі

$$[K]\{\Delta u\} = \{\Delta f\} - \{r\}, \quad (1)$$

де $[K]$ – лінеаризована матриця жорсткості системи; $\{\Delta u\}$ – шуканий вектор приросту переміщень; $\{\Delta f\}$ – вектор приростів заданих сил; $\{r\}$ – вектор нев'язок. У зв'язку з тим, що за деякої комбінації внутрішніх сил попереднього навантаження, конструкція може втратити стійкість, було досліджене випучування елементів конструкції на основі постановки проблеми на власні значення для лінеаризованої системи алгебраїчних рівнянь [3—5]

$$|K + \lambda_i L| = 0, \quad (2)$$

де K – матриця жорсткості для ненапруженої конструкції; L – різностороння матриця жорсткості; λ_i – шукані власні значення параметра навантаження (параметра переднавантаження); прямі дужки означають знак обчислення визначника.

Частоти та форми власних коливань визначаються на основі частотного аналізу. Рівняння руху елементів конструкції записуються в матричній формі

$$[M]\{\ddot{u}\} + [K]\{u\} = 0, \quad (3)$$

де $[K]$ та $[M]$ – відповідно матриці жорсткості та мас, що відображають пружні та інерційні характеристики конструкції; $\{u\}$ – вектор динамічних переміщень; точками над буквою позначено диференціювання по часу.

Після врахування гармонічного закону власних коливань конструкції аналіз системи рівнянь руху (3) зводиться до проблеми Штурма-Ліувіля для алгебраїчної системи

$$|K + \lambda_i L|\{\psi_i\} = 0, \quad (4)$$

де $\{\psi_i\}$ – власний вектор (мода коливань), що відповідає власному значенню (кругова чи циклічна частота).

Обчислення власних значень і векторів для рівнянь (4) здійснюється за допомогою метода Ланцоша.

Цей фактор є найважливішим при аналізі порушення працездатності системи у її нештатних ситуаціях (просадка фундаментів, утворення тріщин в елементах конструкції і їх втрата несучої здатності).

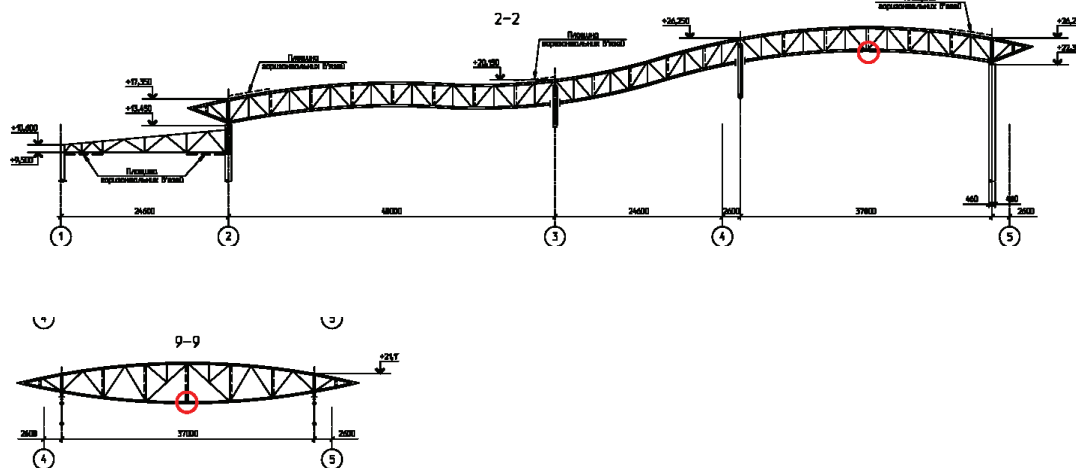


Рисунок 2 – Розташування реперних точок. Розрізи

В результаті співставлення всіх видів навантажень, що діють на конструкцію, встановлено, що найбільш суттєве навантаження системи викликається дією снігового навантаження. При аналізі

Аналіз результатів розрахунків глобальної стійкості конструкції показав, що вона має достатній запас глобальної стійкості.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Передумови А. В., Сливко В. І. Розрахункові моделі споруджень і можливості їх аналізу. // *Вісник Національного університету цивільного захисту України*. – 2014. – № 30. – С. 105–110.

1. Перельмутер А.В., Сливкер В.И. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа. - Киев: Сталь, 2002. – 597 с.
2. Шимановский А.В., Оглобля А.И. Теория и расчет несущих элементов большепролетных пространственных конструкций. – Киев: Сталь, 2002. —368 с.
3. Алфутов Н.А. Основы расчета на устойчивость упругих систем. – М.: Машиностроение, 1991. – 334 с.
4. Гуляев В.И., Баженов В.А., Гоцуляк Е.А. Устойчивость нелинейных механических систем. – Львов: Вища школа, 1982. – 254 с.
5. Перельмутер А.В., Сливкер В.И. Устойчивость равновесия конструкций и родственные проблемы. Том 1. – М.: Издательство СКАД СОФТ. 2007 – 670 стр.

REFERENCES

1. Perelmuter A.V., Slivker V.I. Computational models of structures and the possibility of their analysis. Kiev: Steel, 2002 – 597 p. (Rus)
2. Szymanowski A.V., Ogloblya A.I. Theory and Design of bearing elements span spatial structures. Kiev: Steel, 2002. – 368 p. (Rus)
3. Alfutov N.A. Bases of calculation of the stability of elastic systems. M : Engineering, 1991. – 334 p. (Rus)
4. Gulyaev V.I., Bazhenov V.A., Gotsulyak E.A. Stability of nonlinear mechanical systems. Lviv: Vishcha School, 1982. – 254 p. (Rus)
5. Perelmuter A.V., Slivker V.I. Stability of equilibrium structures and related problems. Volume 1. M : Publishing SCAD SOFT. 2007 - 670 p. (Rus)

РЕФЕРАТ

Ващіліна О.В. Скінчено-елементний моніторинг конструкцій міжнародного виставкового центру / О.В. Ващіліна, О.І. Борщ, К.Е. Котенко, І.А. Ткаченко // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

Розглянута проблема виявлення найбільш аварійно небезпечних ділянок конструкції Міжнародного виставкового центру, зумовлених дією як внутрішніх, так і зовнішніх чинників (снігові, вітрові, сейсмічні та інші навантаження)

Об'єкт дослідження – конструкції Міжнародного виставкового центру.

Мета роботи полягає у створенні скінченно-елементної моделі і програмного забезпечення для комп'ютерного моніторингу конструкції міжнародного виставкового центру для визначення критичних та динамічних критеріїв несучої здатності будівлі за рахунок змін умов її експлуатації у випадку можливого осідання основи й часткового зниження міцності елементів, а також встановлення додаткового устаткування.

Метод дослідження. Аналіз пружного деформування конструкції Міжнародного виставкового центру реалізується шляхом розв'язку системи лінеаризованих алгебраїчних рівнянь для скінченно-елементної моделі.

Результати статті можуть бути використані для комп'ютерного скінченно-елементного моніторингу конструкції Міжнародного виставкового центру при дії екстремальних статичних та динамічних навантажень.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: СКІНЧЕНО-ЕЛЕМЕНТНИЙ АНАЛІЗ, РЕПЕРНІ ТОЧКИ, НАПРУЖЕНИЙ СТАН, СТІЙКІСТЬ КОНСТРУКЦІЇ

ABSTRACT

Vashchilina O.V., Borshch O.I., Kotenko K.E., Tkachenko I.A. Finite-element monitoring of structures of International exhibition center. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

The problem about determination of the most emergency dangerous segments of the structure of the International exhibition center conditioned by action of internal and external factors (snow, wind, seismic and other loads) is considered.

The project object is the structure of the International exhibition center.

The project aim consists in the elaboration of finite element model and software for computer monitoring of the International exhibition center structure for determination the critical and dynamic criteria of its carrying capability through the change of the operating conditions. The cases of the soil sagging, partial diminish of the elements strength, as well as loading by additional equipment are taken into consideration.

The research method. Analysis of elastic deformation of the International exhibition center is realized via solution of the system of linear algebraic equations for the finite element model.

The paper results can be used for computer finite element monitoring of the structure of the International exhibition center under action of extremal static and dynamic loads.

KEY WORDS: FINITE ELEMENT ANALYSIS, CHECK POINTS, STRESS-STRAIN STATE, STRUCTURAL STABILITY.

РЕФЕРАТ

Ващилина Е.В. Конечно-элементный мониторинг конструкций международного выставочного центра / Е.В. Ващилина, Е.И. Борщ, К.Е. Котенко, И.А. Ткаченко // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

Рассмотрена проблема определения наиболее аварийно опасных участков конструкции Международного выставочного центра, обусловленных действием как внутренних, так и внешних причин (снежные, ветровые, сейсмические и другие нагрузки)

Объект исследования – конструкции Международного выставочного центра.

Цель работы состоит в создании конечно-элементной модели и программного обеспечения для компьютерного мониторинга конструкции международного выставочного центра для определения критических и динамических критериев несущей способности здания за счет изменения условий её эксплуатации в случае возможного оседания основы и частичного снижения прочности элементов, а также установки дополнительного оборудования.

Метод исследования. Анализ упругой деформации конструкции Международного выставочного центра реализуется путем решения системы линеаризованных алгебраических уравнений для конечно-элементной модели.

Результаты статьи могут быть использованы для компьютерного конечно-элементного мониторинга конструкции Международного выставочного центра при действии экстремальных статических и динамических нагрузок.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ, РЕПЕРНЫЕ ТОЧКИ, НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, УСТОЙЧИВОСТЬ КОНСТРУКЦИИ.

АВТОРИ:

Вашіліна Олена Валеріївна, кандидат фізико-математичних наук, Національний транспортний університет, доцент кафедри вищої математики, e-mail: vashchilina@ukr.net, тел. +380504132332, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1.

Борщ Олена Іванівна, кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, доцент кафедри вищої математики, e-mail: olenkab@ukr.net, тел. +380993270466, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1.

Котенко Костянтин Едуардович, Національний університет будівництва та архітектури, аспірант кафедри теоретичної механіки, e-mail: knuba@knuba.edu.ua, Україна, 03680, м. Київ, проспект Повітрофлотський, 31

Ткаченко Іван Анатолійович, інженер, Міжнародний виставковий центр.

AUTHOR:

Vashchilina Olena.V., Ph.D., associate professor, National Transport University, associate professor, e-mail: vashchilina@ukr.net, тел. +380504132332, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1.

Borshch O. I., National Transport University, assistant, e-mail: olenkab@ukr.net, tel. ++380993270466, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1.

Kotenko K. E., National University of Building and Architecture, Kyiv, Ukraine

Tkachenko I.A., International Exhibition Center, Kyiv, Ukraine

АВТОРЫ:

Вашилина Елена Валериевна, кандидат физико-математических наук, Национальный транспортный университет, доцент кафедры высшей математики, e-mail: vashchilina@ukr.net, тел. +380504132332, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1.

Борщ Елена Ивановна, кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, доцент кафедры высшей математики, e-mail: olenkab@ukr.net, тел. +380993270466, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1.

Котенко Константин Эдуардович, Национальный университет строительства и архитектуры аспирант кафедры теоретической механики, e-mail: knuba@knuba.edu.ua, Украина, 03680, г. Киев, проспект Воздухофлотский, 31

Ткаченко Иван Анатолієвич, Міжнародний виставочний центр інженер.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Гуляєв В.І., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри вищої математики, Київ, Україна.

Лебедева І.В., кандидат фізико-математичних наук, доцент, Київський Національний університет імені Тараса Шевченка, доцент кафедри теретичної механіки, Київ, Україна.

REVIEWER:

Gulyayev V.I., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, professor, department of Mathematics, Kyiv, Ukraine.

Lebedeva I.V., Ph.D., Physics and Mathematics, associate professor, Taras Shevchenko National University of Kyiv, associate professor, department of Theoretical and Applied Mechanics, Kyiv, Ukraine.

АНАЛІЗ СУТНОСТІ ЗАГАЛЬНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ЯКОСТІ

Височило О.М., Національний транспортний університет, Київ, Україна

THE ANALYSIS OF NATURE OF TOTAL QUALITY MANAGEMENT

Vysochilo O.M., National Transport University, Kyiv, Ukraine

АНАЛИЗ СУЩНОСТИ ВСЕОБЩЕГО МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

Высочило О.М., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми та аналіз попередніх досліджень.

Загальносвітова тенденція у транспортній галузі полягає у збільшенні інтересу до виокремлення менеджменту якості в окрему категорію менеджменту. Актуальність цієї теми заключається у збільшенні інтересу зі сторони споживачів до купівлі якісних товарів то послуг, а також в наявності гарантій зі сторони підприємств в тому, що їх бізнес-процеси є стандартизованими та здатними забезпечити безперебійний виробничий процес високої якості. Проблематика управління якістю виокремлюється в специфічний напрям, що призводить до створення окремих підрозділів в організаційній структурі підприємства.

В той самий час серед науковців немає єдності думок про назву і зміст цілеспрямованої діяльності щодо досягнення необхідної якості продукції та послуг. Одні вчені використовують поняття “управління якістю продукції” [1]. При цьому основний акцент робиться на продукцію і виробничий процес з метою забезпечення їхньої необхідної якості. Інші процеси – допоміжні, обслуговуючі та інші, а також їхні результати розглядаються як окремі фактори, що впливають на якість продукції. Інші вчені оперують терміном “менеджмент якості” [2]; третя група вчених використовують одночасно як взаємозамінні терміни “управління якістю” і “менеджмент якості” [3, 4].

Сучасне управління якістю виходить з положення, що ця діяльність не може бути ефективною після того, як продукція зроблена. Вона повинна здійснюватися і при підготовці процесу виробництва, і при його обслуговуванні, і в ході створення продукції. Тому якість потрібно розглядати не у вузькому змісті як якість продукції, а в широкому як якість усіх видів процесів і їхніх результатів, ресурсів, персоналу.

Зміст роботи.

Представлений підхід виражений в сучасних теоріях управління якістю, що пов'язані з методологією Total Quality Control (TQC) і Total Quality Management (TQM). У першому випадку акцент робиться на управління всіма сферами виробничої діяльності в ланцюзі “постачальник-виготовлювач-споживач”, але через реалізацію, в основному, тільки контрольних функцій: контроль матеріалів, що надходять, (вхідний контроль); контроль продукту (продукції); вивчення спеціальних процесів. Більш широким поняттям, що припускає реалізацію в повному обсязі інших функцій, акцентуючи увагу на максимальний розвиток і використання природних здібностей працівників організації, методів групової роботи й інше, є поняття Total Quality Management.

Застосування терміна “керівництво” пов'язане з тим, що поняття TQM з'явилося через кілька років після TQC, тому його не можна було перекласти точно як загальне управління якістю, оскільки цей термін був уже зайнятий TQC. Наведений довід не представляється досить переконливим, тому що TQC, як указувалося вище, означає загальний контроль якості.

Для обґрунтування терміну TQM треба розглянути його по словах: Total Quality Management = всезагальний менеджмент якості. Тобто концепція охоплює не тільки короточасну якість продукції, а й довгострокову перспективу. Розмаїтість застосовуваних термінів і необхідність адаптації зарубіжної методології TQM до сучасних вітчизняних умов обумовлюють розходження в трактуваннях поняття “всезагальний менеджмент якості” і його складових елементах.

У загальному вигляді, основними критеріями, які відбивають сутність понять, що характеризують менеджмент якості, є: замкнутість – відкритість і соціальність – раціональність (рис.1).

За цією схемою тотальний менеджмент якості відповідає відкритій системі, що розглянута в єдності її основних частин, які нерозривно пов'язані з зовнішнім оточенням, і соціальним типом управління – орієнтованим на людський підхід і використання його принципів.

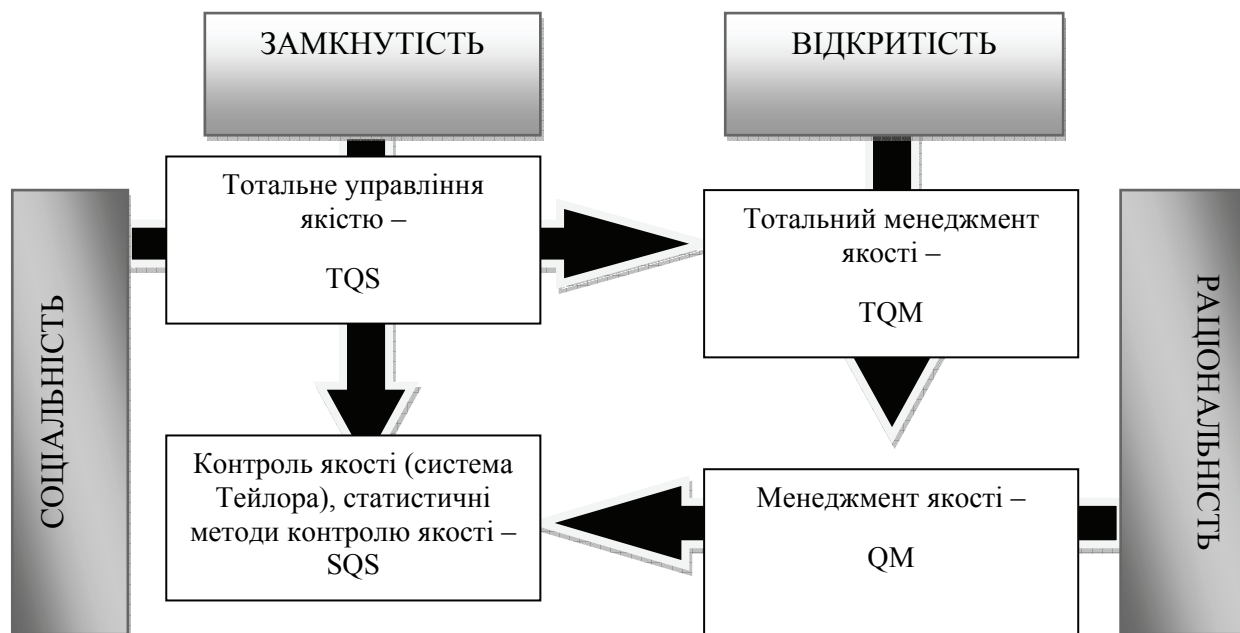


Рисунок 1 – Управління якістю за основними критеріями

Аналізуючи основні етапи розвитку цієї концепції, відзначимо, що TQM ґрунтується на принципах тотального управління якістю TQS, доповнених формуванням: політики компанії, її місії, цінностей, керуючих принципів; системи планування якості; системи забезпечення якості; системи безупинного поліпшення якості.

Таким чином, можна говорити, що Total Quality Management – це система дій, спрямованих на досягнення задоволення і залучення споживачів, зростання можливостей працівників, більш високі, довгострокові доходи і менші витрати. Це – всебічні зусилля, що здійснюються в масштабах всієї організації, які спрямовані на підвищення якості товарів і послуг. TQM можна розуміти як процес перетворення організації, націлений на якість і оснований на ідеї безупинного поліпшення усього, що ми робимо, комплексний метод поступового і систематичного поліпшення всіх аспектів діяльності організації, що припускає напружену роботу, дисципліну, інтенсивне навчання і послідовне використання визначених інструментів і ресурсів.

У визначенні TQM не вказуються сфери діяльності, у яких здійснюється управління якістю, види залучених ресурсів, місце і роль методів оперативного характеру. Відповідно до міжнародних стандартів методи і види діяльності оперативного характеру, що використовуються для виконання вимог до якості, визначають сутність управління якістю продукції. Отже, оперативна діяльність не поширюється на інші процеси, що мають місце в підприємстві і необхідні для створення продукції.

Можна узагальнити досвід застосування концепції TQM у таблиці 1.

Ці характеристики визначають ідейний зміст філософії TQM, що висуває якість як основний критерій оцінки роботи всього підприємства, трактує якість у його широкому економічному і соціальному і навіть психологічному змісті, руйнує тезу про неминучість протиріч між виробником і споживачем.

На основі викладеного можна створити узагальнюючу схему найважливіших елементів TQM, за рахунок яких досягається ефект постійного покращення якості (рис.2).

Таблиця 1 – Характеристики застосування TQM

№	Характеристика TQM	Опис
1.	Відносини між працівниками	Відносини між працівниками – це відносини споживача і постачальника; Постійне покращення виробництва; Безупинне вдосконалення діяльності у сфері якості.
2.	Орієнтація діяльності на споживачів	У споживачів є очікування і вимоги, які треба задовольнити; Від задоволення очікувань і вимог залежить економічний стан підприємства на ринку
3.	Специфіка вирішення задач забезпечення якості	Комплексне і системне вирішення задач; Вирішення задач забезпечення якості на всіх стадіях життєвого циклу.
4.	Вектор головних зусиль у сфері якості	Вектор на людські ресурси; Акцент на ставлення працівників до своєї роботи; Забезпечення високої культури виробництва; Неформальний стиль керівництва
5.	Вирішення проблем якості	Колективне вирішення проблем якості; Девіз: якість – це справа кожного
6.	Вдосконалення персоналу	Підвищення компетентності співробітників підприємства; Підвищення рівня професійної кваліфікації.
7.	Попередження виникнення проблем	Персонал фокусує свою увагу не на вирішенні проблем, а на попередженні їх виникнення
8.	Безупинність процесу	Забезпечення якості – безупинний процес; Якість об'єкта на кінцевому етапі – це наслідок досягнення якості на всіх попередніх етапах.
9.	Якість-витрати-час	Оптимізація якості відносно до витрат та часу
10.	Застосування статистичних методів	Низька статистична похибка; Висока вірогідність інформації.
11.	Постійне покращення якості	Філософський напрям, пов'язаний з постійним, безупинним, довічним забезпеченням високої якості як товарів та послуг, так і всіх бізнес-процесів підприємства; Застосування таких концепцій, як: кайдзен, канбан, принципи Демінга.

При такому підході головною і визначальною умовою вважається залучення керівництва в процес забезпечення якості: якщо керівництво компанії не перейнялося необхідністю TQM для успіху в конкурентній боротьбі за споживача, то, як показує світова практика, “боротьба за якість” залишиться тільки гаслом. Керівник повинен включати аспекти якості у мету компанії і підтримувати її діяльність фінансуванням якості, моральними стимулами і можливостями ресурсів керівництва.

Створення високоякісної продукції багато в чому залежить і від наявності необхідної матеріальної бази і від того, наскільки виконавці зацікавлені в результатах своєї праці. Без зацікавленості працівників боротьба за якість буде приречена на невдачу, незважаючи на застосування новітніх технологій і впровадження самої передової організації робіт з управління якістю.

Однак перелік та взаємозв'язок елементів TQM та його характеристик не досить без комплексного розуміння циклу загального менеджменту якості, який реалізує деякі управлінські функції та включає:

- Планування вдосконалення;
- Реалізацію вдосконалення;
- Внутрішню оцінку підприємства за критеріями.

Так, до планування вдосконалення можна віднести вивчення потреб споживача, суспільства, співробітників і організації в цілому, внутрішніх резервів організації і калькуляції майбутніх витрат. До реалізації вдосконалення – визначення пріоритетів серед процесів, що підлягають коригувальним впливам, створення команди по удосконалюванню процесу та уточнення задач. А критеріями оцінки можуть бути національні та міжнародні премії якості, внутрішні бальні системи тощо.



Рисунок 2 – Узагальнююча схема найважливіших елементів TQM.

Таким чином, можна говорити про наступне: система загального менеджменту якості реалізується відповідно до таких принципів як:

- Застосування циклу Шухарта-Демінга [4];
- Первинна мета – задоволення кінцевого споживача;
- Постійний пошук проблем для їх запобігання на ранніх стадіях;
- Здійснення статистичних обчислень;
- Командна робота всього персоналу;
- Якість, за якою слідкують люди;
- Постійне покращення бізнес-процесів.

Висновок.

На основі проведеного системного синтезу були виділені основні властивості Total Quality Management. Вони полягають у загальному, взаємозалежному та системному розгляді реалізації бізнес-процесів на підприємстві та використанню різних ресурсів; необхідності виконання повного комплексу функцій менеджменту по кожному процесу; високому впливі адміністративних одиниць

вищої ланки на реалізацію концепції на підприємстві; визначенні загальної мети у сфері якості, виходячи з результату всієї системи в цілому, який очікується.

Таким чином, можна зробити узагальнений висновок, що сутність TQM як підходу, передбачає всебічне, цілеспрямоване і добре скоординоване застосування методів довгострокового й оперативного характеру на всіх етапах виробництва і випуску (надання) продукції (послуг) при участі працівників усіх підрозділів на всіх рівнях організаційної структури і раціональному використанні усіх видів ресурсів (людських, технічних, матеріальних) для виконання вимог споживача до якості кінцевої продукції.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.

1. Щепакін М.Б. Управление качеством / М.Б.Щепакін, А.С.Басюк, В.В.Янова; [учебник]. – Краснодар: Феникс, Кубанский государственный технологический университет, 2014. – 256 с.
2. Менеджмент якості / За ред. Е. М. Векслера; [навчальний посібник] — К.: ВД “Професіонал”, 2008. — 320 с.
3. Сіменко І. В. Якість системи управління підприємствами: методологія, організація, практика / І.В.Сіменко – Донецьк: ДонНУЕТ, 2009. – 393 с.
4. Исикава К. Японские методы управления качеством / Каору Исикава [пер. с яп. А.Молчанов, Л.Павлов] – М. Экономика, 2008. – 216 с.

REFERENCES

1. Schepakin M.B. The quality management. – Krasnodar. Fenix, 2014. – 256 p. (Rus)
2. The quality management / under red. Vexler E.M. – Kyiv. VD Professional, 2008. – 320 p. (Ukr)
3. Simenko I.V. The quality of management system in enterprises: methodology, organization, practice. – Donetsk. DonNUET, 2009. – 393 p. (Ukr)
4. Isikawa K. The Japanese methods of quality management. – Moscow. Economics, 2008. – 216 p. (Rus)

РЕФЕРАТ

Височило О.М. Аналіз сутності загального менеджменту якості. / О.М. Височило // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

В статті описані основні аспекти японської методології по управлінню якістю на підприємстві з визначенням основних характеристик та найважливіших елементів.

Об’єкт дослідження – система менеджменту якості.

Мета роботи – дослідити актуальність застосування системи загального менеджменту якості, визначити основні характеристики та складові елементи TQM.

Метод дослідження – системний аналіз.

Сучасне управління якістю виходить з положення, що ця діяльність не може бути ефективною після того, як продукція зроблена. Вона повинна здійснюватися і при підготовці процесу виробництва, і при його обслуговуванні, і в ході створення продукції. Тому якість потрібно розглядати не у вузькому змісті як якість продукції, а в широкому як якість усіх видів процесів і їхніх результатів, ресурсів, персоналу.

Представлений підхід виражений в сучасних теоріях управління якістю, що пов’язані з методологією Total Quality Control (TQC) і Total Quality Management (TQM). У першому випадку акцент робиться на управління всіма сферами виробничої діяльності в ланцюзі “постачальник-виготовлювач-споживач”, але через реалізацію, в основному, тільки контрольних функцій: контроль матеріалів, що надходять, (вхідний контроль); контроль продукту (продукції); вивчення спеціальних процесів. Більш широким поняттям, що припускає реалізацію в повному обсязі інших функцій, акцентуючи увагу на максимальний розвиток і використання природних здібностей працівників організації, методів групової роботи й інше, є поняття Total Quality Management.

На основі проведеного дослідження в даній статті пропонується схема взаємозв’язків основних критеріїв управління якістю, узагальнена характеристика застосування загального менеджменту якості та узагальнююча схема найважливіших елементів концепції.

Результати статті можуть бути використані підприємствами транспортної галузі.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – розробка моделі застосування концепції TQM на автотранспортних підприємствах.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЗАГАЛЬНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ЯКОСТІ, ЕЛЕМЕНТИ TQM, ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАСТОСУВАННЯ TQM

ABSTRACT

Vysochylo O.M. Analysis of the nature of total quality management. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

The paper describes the main aspects of Japanese management methodology of quality with the definition of the basic characteristics and key elements.

Object of study – Quality Management System.

Purpose – to examine the relevance of application of total quality management, identify the main characteristics and components TQM.

Research methods – system analysis.

Modern quality management turns out that this activity can not be effective after the products are made. It should be carried out in the preparation of the production process, and at his service, and in the course of a product. Therefore, the quality should be considered not in the narrow sense as product quality, and wide as the quality of all kinds of processes and their results, resources, and personnel.

The presented approach is expressed in modern theories of quality management methodology related to Total Quality Control (TQC) and Total Quality Management (TQM). In the first case, the emphasis is on managing all areas of industrial activity in the chain "supplier-manufacturer-to-consumer" but by realizing mostly only control functions: control of materials entering (input control); control product (product); study specific processes. A broad concept that involves the full implementation of other functions, focusing on the full development and utilization of natural abilities of employees, methods of group work and another is the concept of Total Quality Management.

Based on the research in this proposed scheme relationships the main criteria of quality management, generalized characteristic of common quality management and integrated circuit critical element concept.

The results of the article can be used in transport industry.

Projected assumptions about the object of research – development of the concept of TQM models on transport enterprises.

KEY WORDS: TOTAL QUALITY MANAGEMENT, THE ELEMENTS OF TQM, DESCRIPTION OF TQM

РЕФЕРАТ

Высочило О.Н. Анализ сущности всеобщего менеджмента качества. / О.Н. Высочило // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье описаны основные аспекты японской методологии по управлению качеством на предприятии с определением основных характеристик и важнейших элементов.

Объект исследования – система менеджмента качества.

Цель работы – исследовать актуальность применения системы всеобщего менеджмента качества, определить основные характеристики и составляющие элементы TQM.

Метод исследования – системный анализ.

Современное управление качеством исходит из положения, что эта деятельность не может быть эффективной после того, как продукция произведена. Она должна осуществляться и при подготовке процесса производства, и при его обслуживании, и в ходе создания продукции. Поэтому качество нужно рассматривать не в узком смысле как качество продукции, а в широком как качество всех видов процессов и их результатов, ресурсов, персонала.

Представленный подход выражен в современных теориях управления качеством, связанные с методологией Total Quality Control (TQC) и Total Quality Management (TQM). В первом случае акцент

делается на управление всеми сферами производственной деятельности в цепи "поставщик-изготовитель-потребитель", но из-за реализации, в основном, только контрольных функций: контроль материалов, поступающих (входной контроль); контроль продукта (продукции); изучение специальных процессов. Более широким понятием, предполагает реализацию в полном объеме других функций, акцентируя внимание на максимальное развитие и использование природных способностей работников организации, методов групповой работы и другое, есть понятие Total Quality Management.

На основе проведенного исследования в данной статье предлагается схема взаимосвязей основных критериев управления качеством, обобщенная характеристика применения общего менеджмента качества и обобщающая схема важнейших элементов концепции.

Результаты статьи могут быть использованы предприятиями транспортной отрасли.

Прогнозные предположения о развитии объекта исследования – разработка модели применения концепции TQM на автотранспортных предприятиях.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ОБЩИЙ МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА, ЭЛЕМЕНТЫ TQM, ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИМЕНЕНИЯ TQM

АВТОР:

Височило Оксана Миколаївна, Національний транспортний університет, асистент кафедри менеджменту, e-mail: visochiloksena@ukr.net, тел. +380504476336, Україна, 01010, м.Київ, вул. Суворова 1.

AUTHOR:

Vysochilo Oksana M., National Transport University, assistant of department of management, e-mail: visochiloksena@ukr.net, tel. +380504476336 Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1.

АВТОР:

Высочило Оксана Николаевна, Национальный транспортный университет, ассистент кафедры менеджмента, e-mail: visochiloksena@ukr.net, тел. +380504476336, Украина, 01010, г.Киев, ул. Суворова 1.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Бідняк М.Н., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри менеджменту, Київ, Україна.

Мармуль Лариса Олександрівна, доктор економічних наук, професор, Херсонський державний аграрний університет, професор кафедри обліку та аудиту, Херсон, Україна.

REVIEWERS:

Bidnyak M.N., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, professor, department of management, Kyiv, Ukraine.

Marmul L.A., Ph.D., Economics (Dr.), professor, Kherson National Agrarian University, professor, department of accounting and audit, Kherson, Ukraine.

МОДЕЛЬ ПРОЕКТНОГО УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ ПАРТНЕРСТВ
ПІДПРИЄМСТВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ФУНКЦІЇ
ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ

Воркут Т.А., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Дмитриченко А.М., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ,
Україна
Лушай Ю.В., Національний транспортний університет, Київ, Україна
Цимбал Н.М., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ,
Україна

A PROJECT MANAGEMENT MODEL FOR DEVELOPMENT OF PARTNERSHIPS OF MOTOR
CARRIER FIRMS IN PROVIDING OF MAINTENANCE FUNCTION

Vorkut T.A., Sh.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Dmytrychenko A.N., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Lushay Y.V., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Tsymbal N.M., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine

МОДЕЛЬ ПРОЕКТНОГО УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ ПАРТНЕРСТВ
ПРЕДПРИЯТИЙ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА В ОБЕСПЕЧЕНИИ ФУНКЦИИ
ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ПОТОЧНОГО РЕМОНТА

Воркут Т.А., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев,
Украина
Дмитриченко А.Н., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет,
Киев, Украина
Лушай Ю.В., Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Цымбал Н.Н., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев,
Украина

Постановка проблеми. Як відомо, економія, зумовлена ростом масштабу виробництва, або ефект масштабу, виявляється в зниженні витрат виробництва на одиницю продукту в довгостроковому періоді. При цьому за довгостроковий вважають період, тривалість якого є достатньою для того, щоб підприємство могло змінити кількість всіх використовуваних ресурсів, за які власне розглядається і величина (масштаб) виробництва. Тобто, в довгостроковому періоді всі використовувані ресурси підприємства мають бути аналізовані як змінні.

На початку, із розширенням підприємством виробництва, має місце, так званий, додатний ефект масштабу, тобто відбувається зниження довгострокових середніх витрат виробництва, яке пов'язується із дією таких факторів як: спеціалізація персоналу, в тому числі, управлінського; ефективне використання капіталу, зокрема щодо можливості застосування більш ефективних сучасних технологій виробництва, продуктивного обладнання тощо; виробництво побічних продуктів, наприклад, за рахунок більш повної утилізації відходів основного виробництва. Разом із тим, подальше розширення підприємством виробництва може привести до появи від'ємного ефекту масштабу, тобто ситуації, коли довгострокові середні витрати починають зростати. Дослідники вказують на складність управління великомасштабним підприємством як на один із основних факторів виникнення від'ємного ефекту масштабу [1, с.57-60].

Ефект масштабу в галузі транспорту досліджується, головним чином, за трьома аспектами: економія, зумовлена збільшенням величини транспортного засобу (ТЗ) щодо вантажопідйомності чи пасажиромісткості; економія, зумовлена збільшенням величини власне парків ТЗ (кількості ТЗ в парках); економія, зумовлена збільшенням пропускної здатності об'єктів транспортної інфраструктури.

За джерело економії при використанні ТЗ більшої величини виступають умови енергоспоживання та кількість осіб в екіпажі (команді), які не залежать прямопропорційно від величини ТЗ як «рухомого виробництва». Дослідження, які проводились на початку 1970-х рр., виявили існування межі у дії додатного ефекту масштабу при використанні особливо великих автомобільних транспортних засобів (АТЗ) – на рівні 11 т вантажопідйомності [2]. Водночас, дослідження, які проводились науковцями Великої Британії із використанням економетричних моделей вже у 1980-х рр., засвідчили наявність додатного ефекту масштабу і тоді, коли загальна маса АТЗ перевищуватиме 32,5 т, – максимальна загальна маса АТЗ, яка, на той час, допускалась регламентаціями на дорогах Великої Британії [3]. В контексті дослідження ефекту масштабу, залежно від величини (вантажопідйомності) АТЗ, представляють інтерес також роботи, які виконувались в колишньому СРСР із використанням аналітичних та імітаційних моделей визначення середніх витрат на перевезення із урахуванням умов здійснення останніх, зокрема їх партійності [4, 5, 6].

Зазначимо, що на практиці економію, яка може бути досягнута завдяки росту величини ТЗ, часто неможливо скористатися, навіть за наявності відповідного попиту на транспортні послуги. В багатьох ситуаціях існують фізичні обмеження, які, як правило, пов'язуються із транспортною інфраструктурою. Наприклад, використання АТЗ якомога більшої вантажопідйомності обмежується, як було зазначено вище, регламентаціями на дорогах – граничними вісьовими навантаженнями, загальною масою АТЗ, швидкісними режимами руху, зокрема на окремих ділянках дорожньої мережі, а також підготовкою пунктів навантаження-розвантаження (портів, аеропортів, терміналів, окремих підприємств різної галузевої приналежності) до прийому АТЗ та іншими факторами.

Разом із тим, підприємства транспортної галузі можуть сподіватися отримати не тільки вигоду від ефекту масштабу, але й вигоду від, так званого, ефекту охоплення. Останній пов'язується із досягненням гнучкості – в розумінні, що діяльність об'єкта, здатного виробити певну кількість продукту одного виду, а потім перелаштуватися на інший, може виявитися більш ефективною, принаймні із маркетингової точки зору, оскільки продукт на ринок поставляється частіше і меншими партіями. Так, в роботі [7, с.14] наводиться приклад контейнеровозу, місткістю 4000 ЕКО, який «виробляє» одиницю «транспортної продукції» – 1 ткм, здійснюючи перевезення, припустимо, із Гамбургу до Сингапуру дешевше, ніж об'єкт меншої місткості, наприклад, контейнеровоз місткістю 1000 ЕКО, за інших рівних умов. Контейнеровоз місткістю 4000 ЕКО може запропонувати на вищезазначеному маршруті ціну на 30 % нижчу, ніж контейнеровоз місткістю 1000 ЕКО. Разом із тим, ціна придбання одного судна на 4000 ЕКО еквівалентна ціні придбання трьох суден, місткістю 1000 ЕКО кожне. Маючи ці три судна можна проходити маршрут Гамбург-Сингапур як найменше в три рази частіше, оскільки менші судна, в загальному випадку, вимагають менше часу на оброблення в портах, водночас, їх крейсерська швидкість в морі є практично тією ж самою. Так, відправлення контейнеровозу кожні десять днів може бути привабливішим для багатьох вантажовідправників, ніж один раз на місяць, хоч, в останньому випадку, і за ціною меншою на 30 %. Таким чином, власник контейнеровозу на 1000 ЕКО отримує економію від охоплення, в той час як власник більшого за місткістю контейнеровозу отримує економію, зумовлену ростом масштабу. Реальна ринкова ситуація, за якої до того ж вантажовідправники можуть розглядати й інші варіанти транспортного обслуговування, покаже, в підсумку, яка із двох бізнес-моделей дає кращий результат.

Відповідно до другого із вищезазначених аспектів дослідження ефекту масштабу в транспортній галузі можна зробити наступне припущення – при збільшенні кількості ТЗ в парках перевізників має простежуватися дія ефекту масштабу. За джерело зниження довгострокових середніх витрат на перевезення при цьому можуть виступати: умови технічного обслуговування та ремонту парків ТЗ; спрощення складання графіків роботи екіпажів (команд) ТЗ; здатність задовольнити варіюючий попит, використовуючи неоднорідні – за спеціалізацією і/або вантажопідйомністю – структури парків ТЗ, тощо. До речі, останнє із наведених джерел можна визначити і як «економію за рахунок охоплення». Парк ТЗ, спроможний виробити певну кількість продуктів одного виду, а потім перелаштуватися на виробництво інших (інші види перевезень, маршрути, вимоги окремих клієнтів тощо), може забезпечувати додатний ефект охоплення за рахунок здатності гнучко реагувати на потреби ринку і пропонувати менші «партії» необхідних продуктів.

Можливість досягнення підприємствами економії за рахунок збільшення кількості ТЗ у різних – зокрема щодо видів транспорту, характеристик забезпечуваних перевезень тощо – парках залишається проблемою, яка потребує подальших досліджень. Так, в одній із найбільш часто цитованих до сьогодні наукових робіт, в основу якої було покладено результати дослідження, яке

проводилось в 1966–1967 рр. серед 44 муніципальних операторів Великої Британії, які надають послуги із перевезення пасажирів автобусами, вказується на незмінну, відносно масштабу, в такому його аспекті як кількість АТЗ, доходність [8]. Це узгоджується із результатами дослідження, яке проводилось в США вже на початку 1980-х рр. за умовами роботи 11 муніципальних операторів [9]. Разом із тим, як зазначається в роботі [10, с.73], проблема цих, як і більшості інших досліджень, результати яких вказують на відсутність дії ефекту масштабу для міських автобусних перевезень, полягає в тому, що використовувані в них економетричні моделі не розглядали варіювання обсягів виробництва при зміні масштабу виробництва. На початку 1980-х рр. аналіз міських автобусних перевезень із використанням моделей, які, дозволяли долати вищезазначені обмеження, показав, що до досягнення певної величини в обсязі перевезень пасажирів додатний ефект економії масштабу простежується [11]. В ряді досліджень, які проводились за умовами роботи операторів ринків вантажних автомобільних перевезень, зокрема тієї ж Великої Британії, вказується на складність коректного визначення відповідних транспортних витрат через значну частку працюючих на цих ринках АТЗ, власники яких, водночас, виступають і в якості водіїв для «своїх» автомобілів.

Розглянемо умови технічного обслуговування та поточного ремонту (ТО та ПР) ТЗ як джерело дії ефекту масштабу при збільшенні кількості АТЗ в парках підприємств автомобільного транспорту (ПАТ). На сьогодні все менша частина ПАТ України слідує моделі стратегічного розвитку (бізнес-моделі), яку директивно мали розвивати комплексні автотранспортні підприємства (АТП), які домінували в галузі автомобільних перевезень в СРСР. Зазначені підприємства сполучали діяльності щодо перевезень, яка виступала за основну, ТО та ПР і експедиційного обслуговування, які слугували за допоміжні. Досліджуючи світовий досвід становлення і розвитку підприємств, в яких виконуються відповідні види діяльності, можна дійти висновку, що поєднання останніх на вищезгаданих умовах не є єдино прийнятним. Значна доля підприємств займається виключно одним видом діяльності, передаючи інші на аутсорсинг. Водночас, ряд підприємств поєднують ці види діяльності в певних сполученнях на умовах основних і/або допоміжних, якщо національне законодавство не стає цьому на заваді. Діяльності, які директивно мали забезпечувати АТП в умовах централізованої економіки, стали визначальними щодо можливих стратегічних напрямків їх подальшого розвитку при переході до ринкових відносин. В процесі реструктуризації АТП їх основні та допоміжні виробничі підрозділи набували «статусу» стратегічних бізнес-одиниць, виокремлювались в самостійні спеціалізовані підприємства або зберігали бізнес-модель комплексного АТП.

Умовами заснування комплексного АТП передбачалось створення технологічно замкненого циклу ТО та ПР АТЗ. Це не завжди дозволяло використовувати прогресивні форми організації виробництва, які базуються на принципах концентрації та кооперації, і, відповідно, за деяких обставин, мала місце часткова передача виробничої програми до виконання спеціалізованим підприємствам. В сучасних умовах в Україні, зі зменшенням середньої кількості АТЗ в парках (табл.1), зростанням частки моделей АТЗ, виробники яких розвивають національні мережі сервісного обслуговування, відносно невисоким ступенем стандартизації парків АТЗ, можна очікувати на поступове збільшення робіт із ТО та ПР, які будуть передаватися на аутсорсинг.

Таблиця 1 – Розподіл парків АТЗ перевізників пасажирського транспорту в Чернігівській області України: дані за 2012 р.

Кількість автомобілів у парку	Кількість операторів ринку	Загальна кількість автомобілів у парках
1	2	3
1	55	55
2-5	107	350
6-20	60	565
21-100	9	361
Понад 100	1	159
Разом	232	1490

Адаптовано, джерело: Всеукраїнська асоціація автомобільних перевізників.

За умовами функціонування комплексних АТП проводились дослідження щодо визначення оптимальної величини їх виробничо-технічної бази (ВТБ) як сукупності будівель, споруд, устаткування й оснащення, а також певної території, взаємопов'язаних між собою відповідно до певних організаційно-технічних принципів і призначених для зберігання, ТО та ПР АТЗ. Очевидно, що існує зв'язок між величиною (масштабом) ВТБ і обслуговуванню нею парком АТЗ, який визначає

програму ТО та ПР й завантаження технологічного устаткування. Вирішуючи питання, пов'язані із визначенням кількості АТЗ, необхідно враховувати наявність для комплексного АТП наступного компромісу. Укрупнення комплексних АТП призводить, з одного боку, до зниження довгострокових середніх витрат на ТО та ПР АТЗ, а з іншого – до збільшення довгострокових середніх витрат власне на перевезення, що, в свою чергу, пов'язано зі збільшенням порожнього пробігу АТЗ – за рахунок збільшення відстані до місця першого навантаження і від місця останнього розвантаження [12, с. 256–260]. При цьому додатний ефект від збільшення ВТБ простежується лише до певної величини (масштабу) обсягу робіт із ТО та ПР.

В підсумку, можна зазначити, що в галузі автомобільних перевезень, за виключенням регульованих державою напрямів, існують ґрунтовні економічні передумови до того, щоб дрібні і крупні, за кількістю АТЗ, підприємства «чистих», тобто тих, які не виконують ТО чи ПР власними силами, перевізників могли конкурувати між собою. Очевидно, що відмінності у якості менеджменту та адміністрування можуть дозволити окремим, в тому числі і крупним, підприємствам функціонувати більш ефективно, зростати вищими темпами, проте це не є однозначним доказом на користь існування суттєвої економії, зумовленої величиною парків АТЗ. Разом із тим, в кожному окремому випадку (бізнес-ситуації) раціональна величина парку АТЗ має комплексно визначатися факторами, сукупність яких, в свою чергу, визначається характером поставленої задачі.

Погоджуючись в цілому із точкою зору тих дослідників, які вказують на те, що дія ефекту економії масштабу на сегментах ринку вантажних автомобільних перевезень через збільшення кількості АТЗ в парках перевізників не простежується, автори роботи [13, с. 148–149] вказують на наступне виключення – перевезення дрібних відправлень, які здійснюються із використанням термінальної технології і, відповідно, вимагають розвитку мереж терміналів підприємствами перевізників (експедиторів). Взагалі, вартість входу на даний сегмент є суттєво вищою, він є концентрованим і має ознаки олігополістичної моделі.

В умовах спостерігаемого в Україні домінування дрібних, за кількістю АТЗ, ПАТ, водночас, має місце поступове посилення державного та муніципального регулювання ринків пасажирських автомобільних перевезень, зокрема в частині формування і додержання вимог до ТО та ПР парків АТЗ. При цьому конкурентні позиції дрібних ПАТ суттєво послаблюються через рівень забезпечення в останніх показників витрат і якості ТО та ПР АТЗ. В значній мірі, це пов'язано із дією вищезгаданого ефекту масштабу. Таким чином, постає необхідність пошуку, із подальшим теоретичним і методичним обґрунтуванням, бізнес-моделей, які б дозволили ПАТ, в першу чергу дрібним, суттєво підвищити ефективність процесів ТО та ПР парків АТЗ.

За перспективний різновид таких бізнес-моделей для країн пострадянського простору ряд науковців і практиків на сьогодні розглядають стратегічне партнерство ПАТ регіону щодо сумісного розвитку їх ВТБ і/або сумісного розміщення замовлень на виконання послуг із ТО та ПР на засадах аутсорсингу. При цьому можна зазначити, що проблематика міжорганізаційних партнерств в бізнесі як така на сьогодні отримала значний розвиток в сфері управління, зокрема логістичного, ланцюгами постачань. Таким чином, маючи на меті розроблення теоретичних і методичних засад ефективного управління партнерствами ПАТ в забезпеченні функцій ТО та ПР, видається за доцільне провести аналіз літературних та інших інформаційних джерел, присвячених партнерству, в контексті розвитку партнерств в системах ланцюгів постачань.

Аналіз попередніх публікацій. Узагальнюючи, можна дійти висновку, що більша частина відомих на сьогодні визначень партнерства в ланцюгах постачань за ключові характеристики останнього розглядає: довготерміновий характер відносин; спільну діяльність; впровадження інтеграційних принципів у міжорганізаційних відносинах. Зазначеними принципами зокрема передбачається координація та кооперація, раціональний розподіл вигід, витрат та ризиків, обмін інформацією, функціональна інтеграція, а також розвиток інтеграційних відносин. Можна виокремити ряд елементів, які є характерними саме для відносин інтеграції, — взаємна довіра, співпраця і відповідальність. Ознакою відносин інтеграції є також спроможність керувати конфліктом і забезпечувати його якомога швидше розв'язання. Дані характеристики партнерства, ідентифіковані за умовами функціонування та розвитку систем ланцюгів постачань, можуть бути поширені і на регіональне партнерство ПАТ в сфері ТО та ПР парків АТЗ. За відмінності можна відзначити умови реалізації принципу функціональної інтеграції – вертикальна, як правило, в системах ланцюгів постачань і горизонтальна «м'яка» в розглядуваній системі регіонального партнерства ПАТ.

Д. Ламберт, М. Еммелхайнц та Дж. Гарднер пропонують визначати партнерство як адаптовані бізнесові відносини, які ґрунтуються на взаємній довірі, відкритості, розподілі ризику, а також розподілі винагород і які забезпечують конкурентну перевагу, яка відбивається на результаті

бізнесової діяльності підприємств. Останній, в свою чергу, є відносно більшим від того, який міг би бути досягнутий даними підприємствами окремо [14]. Тобто, об'єднуючись, потенційні партнери очікують на синергію. Відповідно до наведених міркувань партнерство ПАТ в сфері розвитку функції ТО та ПР парків АТЗ може бути визначено як міжорганізаційні бізнесові відносини, які, передбачаючи інтеграцію ПАТ в сфері розвитку функції ТО та ПР парків АТЗ, а також характеризуючись довготерміновістю і впровадженням інтеграційних принципів, зокрема таких як координація і кооперація, розподіл прибутків і ризиків, відкритий доступ до інформації, розвиток інтеграційних відносин, забезпечують економічно значуще покращення результату діяльності ПАТ-партнерів порівняно до того, який міг би бути досягнутий даними ПАТ окремо [15, с.7-8].

Слід зазначити, що в більшості наукових робіт щодо управління партнерствами в ланцюгах постачань автори зосереджуються на доцільності впровадження партнерства як такого і формуванні систем критеріїв вибору постачальників. В сфері управління партнерствами ПАТ на сьогодні взагалі відомо небагато робіт і, в основному, вони акцентують увагу на технічному аспекті партнерства, зокрема в частині доцільності забезпечення централізації виконання окремих робіт щодо ТО та ПР. Водночас, питання власне управління, в тому числі проектного, партнерствами ПАТ досліджені мало. Виключення складає робота [15]. Проте, в ній автор, розвиваючи теорію і практику проектного управління партнерством ПАТ, водночас, не розглядає проблему виокремлення різних типів партнерства ПАТ. Водночас, як можна очікувати, різні типи останнього будуть вимагати диференціації застосовуваних методів управління, в тому числі проектного, реалізацією партнерств.

Таким чином, для коректної постановки і вирішення задач розроблення і/або вибору методів управління партнерством ПАТ необхідно запропонувати підходи до виокремлення власне типів партнерства і встановлення того, за яких умов, які типи партнерства ПАТ доцільно розвивати.

Мета статті – розробити модель проектного управління розвитком партнерства ПАТ в забезпеченні функції ТО та ПР парків АТЗ у взаємозв'язку із умовами (факторами) вибору типу зазначеного партнерства.

Виклад основного матеріалу. Виходячи зі встановленої мети даної статті, найбільший інтерес представляють роботи [14,16], в яких автори пропонують моделі вибору типу партнерства підприємств в ланцюгах постачань. Беручи до уваги метод аналогів, викладений у вищезазначених роботах метод моделювання партнерства може бути використаний при розробленні моделі проектного управління розвитком партнерства ПАТ в забезпеченні функції ТО та ПР парків АТЗ. Концептуальна структура даної моделі представлена на рисунку 1.

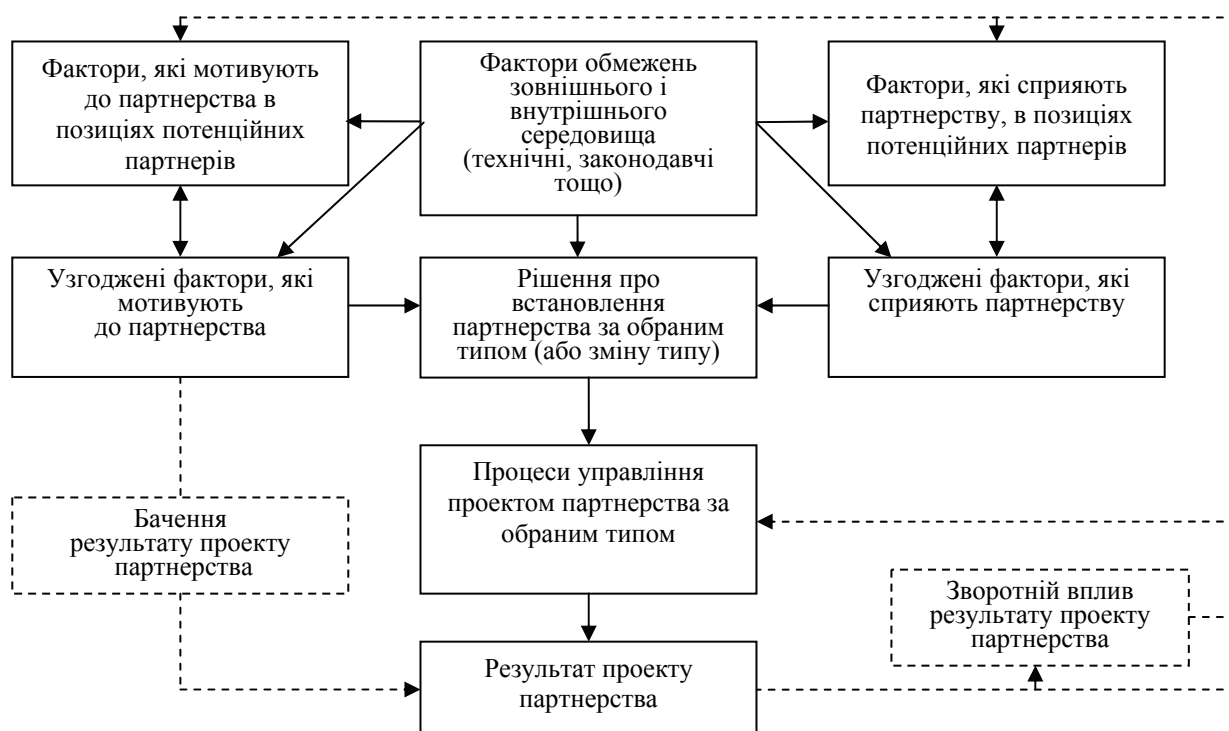


Рисунок 1 – Модель проектного управління розвитком партнерства ПАТ в забезпеченні функції ТО та ПР парків АТЗ

Як видно, за основні елементи даної моделі виступають: фактори, які мотивують до партнерства (фактори мотивування або рушії партнерства); фактори, які сприяють партнерству (фактори сприяння); обмеження зовнішнього і внутрішнього середовища (фактори обмеження), а також процеси управління проектом партнерства, за типом визначеним відповідними факторами.

За факторами, які мотивують до партнерства в забезпеченні функції ТО та ПР, розглядаються стратегічні вигоди, які будуть результатом розвитку партнерських відносин: зниження витрат; підвищення якості; забезпечення відповідності вимогам клієнтів (внутрішніх і/або зовнішніх); зниження невизначеності (витрат, якості, часу виконання, впливу зовнішніх факторів тощо); ріст (стабільність) добробуту власників (прибуток, ринкова вартість бізнесу тощо); диверсифікація (в тому числі обумовлена надлишком виробничих потужностей); набуття переваг щодо основної діяльності (перевезення) на ринку (окремих сегментах ринку), можливість ефективної адаптації до змін у зовнішньому та внутрішньому середовищі. За основні джерела щодо зниження витрат виступають: дія ефекту економії масштабу; зменшення витрат на перелаштування виробництва; підвищення ефективності використання об'єктів основних виробничих фондів (зокрема, в умовах дефіциту або, навпаки, надлишку виробничих потужностей); уникнення додаткових капіталовкладень; отримання знижок від зовнішніх щодо партнерства постачальників власне послуг із ТО та ПР і/або деталей, вузлів, комплектуючих; формування систем централізованого матеріально-технічного забезпечення тощо.

За фактори сприяння партнерству виступають сумісність корпоративних культур; сумісність філософії і методів управління; співставимість масштабів діяльності і/або наявність певних джерел влади у відносинах (посилання, експертиза, природне право – на притягу винагороді, покаранню чи праву, яке закріплено законодавством); досвід попередньої співпраці; спільні конкуренти; ступінь близькості розташування; ступінь взаємної відповідності структури парків АТЗ; подібність умов експлуатації парків АТЗ.

Крім того, за останніми трьома із вищенаведених факторів сприяння може бути накладено «вето» щодо можливості участі в партнерстві взагалі – як окремими потенційними партнерами при формуванні відповідної позиції, так і узгодженою позицією власне партнерства. Тобто, за таких умов, вони виступають за фактори обмеження, до яких також можна включити певні законодавчі обмеження і взаємну неконкурентність (в розумінні, що потенційні партнери не виступають за прямих конкурентів стосовно окремих маршрутів, замовників тощо).

Крім факторів, які мотивують ПАТ до партнерства і які сприяють партнерству ПАТ, а також обмежуючих факторів зовнішнього і внутрішнього середовища, можна виокремити ще один елемент моделі проектного управління розвитком партнерства ПАТ в забезпеченні функції ТО та ПР парків АТЗ – власне процеси проектного управління партнерством.

Представлена модель партнерства передбачає, що спочатку фактори, які мотивують до партнерства, і фактори, які сприяють партнерству, оцінюються, із урахуванням прийнятих (виявлених) обмежень, окремими ПАТ незалежно і, далі, після ведення переговорів і узгодження позицій, оцінюються сумісно.

Кожний із наведених факторів в групах факторів рушіїв і факторів сприяння щодо партнерству пропонується оцінювати за трьохбальною шкалою. Таким чином, максимальний підсумковий бал за кожною групою факторів буде дорівнювати – 24.

Залежно від кількості набраних балів може бути визначено тип партнерства, рисунок 2.

		Рівень мотивації до партнерства (бали)		
		низький	середній	високий
Рівень сприяння партнерству (бали)	низький	Партнерство не є доцільним	Тип 1	Тип 2
	середній	Тип 1	Тип 2	Тип 3
	високий	Тип 2	Тип 3	Тип 3

Рисунок 2 – Матриця вибору типу партнерства

В межах партнерства ступінь інтеграції може варіювати – від власне розгляду доцільності його запровадження взагалі до створення спільних підприємств. Можна виокремити три концептуальних типи партнерства. Перший тип – це тип, за яким ПАТ вважають себе за партнерів і, на доволі обмеженому рівні, планують і координують свої дії. Як правило, мова йде про короткостроковий період і ПАТ зосереджуються або на сумісному (централізованому) замовленні окремих робіт із ТО та ПР (чи запчастин, деталей, вузлів, комплектуючих, тобто матеріально-технічному забезпеченні) за межами партнерства і/або на сумісному (централізованому) виконанні окремих робіт із ТО та ПР в межах партнерства. Другий тип партнерства вже передбачає перехід від координації до інтеграції ПАТ в забезпеченні сумісного (централізованого) замовлення і/або виконання більшого переліку і обсягу робіт із ТО та ПР в партнерстві в довгостроковому періоді. І, нарешті, за третім типом партнерства можна вести мову про створення єдиної централізованої системи ТО та ПР партнерства, коли кожне ПАТ розглядає інше як своє «продовження» назовні. Як правило, кінцевий термін в існуванні такого партнерства не зазначається. Типом партнерства передбачається визначення умов сумісного планування; контролю за сумісною діяльністю, комунікації, розподілу ризиків та винагород, здійснення капіталовкладень тощо, залежно від обраного типу партнерства.

Висновок. Запропонована модель проектного управління розвитком партнерства ПАТ в забезпеченні функції ТО та ПР парків АТЗ у взаємозв'язку із умовами проектного управління партнерством залежно від обраного типу партнерства. Подальші дослідження вимагають, на основі аналізу можливих варіантів (конфігурацій) системи партнерства, розроблення методичних основ управління проектами партнерств ПАТ за типами останніх.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Макконнелл К.Р., Брю С.Л. Экономикс: Принципы, проблемы и политика. В 2 т.: Пер. с англ. 11-го изд. Т. 2. – М.: Республика, 1992. – 400 с.
2. Edwards S.H. Operating Costs in Road Freight Transport. / S.H. Edwards, B.T. Bayliss // London, Department of the Environment, 1971.
3. Report of the Inquiry into Lorries, People and the Environment, London, HMSO, 1980.
4. Афанасьев Л.Л. Автомобильные перевозки / Л.Л. Афанасьев, Н.Б. Цукерберг. – М.: Транспорт, 1977. – 320 с.
5. Великанов Д.П. Эффективность автомобиля / Д.П. Великанов. Москва: Транспорт, 1969. – 240 с.
6. Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки / А.И. Воркут. -2-е изд., перераб. и доп. – К.: Вища школа, 1986. – 447 с.
7. Материалы семинара по рыночным структурам и реформе регулирования в грузовом транспорте. 4-8 марта 1996 г, Хельсинки, Финляндия. – ИЭР МБ. Турку: Школа экономики и делового администрирования. 1996. – 106 с.
8. Lee N. Economies of Scale in Bus Transport: Some British Municipal Results / N. Lee, I.W Steedman// Journal of Transport Economics and Policy, 1970, №4. – P. 15 -28.
9. Williams M. The Economic Justification for Local Bus Transport Subsidies / M. Williams // International Journal of Transport Economics, 1981, P.79-88.
10. Button K.J. Transport Economics / K.J. Button. – 2nd. ed Hants- Edward Elaar, 1994. – 269p.
11. Button K.J. An Examination of the Structures Associated with Providing Urban Bus Services in Britain Scottish / K.J. Button, K.J. O'Donnel // Journal of Political Economy 1985, №32.-P. 67-81.
12. Канарчук В.С. Виробничі системи на транспорті / В.С. Канарчук, І.П. Курніков. – К.: Вища школа, 1977. – 359 с.
13. Coyle J.J. Transportation / J.J. Coyle, E.J. Bardi, R.A. Novack. – 4nd ed – San Francisco: West Publishing Company, 1994. – 574 p.
14. Ламберт Д., Немейер М. Партнерство – дело общее / В сборник. Как организовать цепочку поставок (Harvard Business Review on Supply Chain Management); пер. с англ.– Москва : Альпина Бизнес Букс, 2008. – 207 с.
15. Романюк С.О. Управління проектами розвитку виробничих систем організацій автомобільного транспорту: Автореф. дис. на здобуття ступеня кандидата технічних наук:

спец.05.13.22 «Управління проектами та програмами»/Романюк Світлана Олександрівна. – Київ, 2014. – 25 с.

16. Lambert D.M., Emmeihainz M.A., Gardner J.T. Building successful logistics partnerships// Journal of Business Logistics, vol. 20, №1. – p. 165-182.

REFERENCES

1. McConnell C.R., Brue S.L. Economics: Principles, Problems and Policies. In 2 vols. : Trans. from English. 11th ed. T. 2. – M. : Republic, 1992 – 59 p. (Rus)
2. Edwards S.H. Operating Costs in Road Freight Transport. / S.H. Edwards, B.T. Bayliss // London, Department of the Environment, 1971.
3. Report of the Inquiry into Lorries, People and the Environment, London, HMSO, 1980.
4. Afanasiev L.L. Road transport / LL Afanasiev, NB Zuckerberg. – M. : Transport, 1977. – 320 p. (Rus)
5. Velikanov D.P Efficiency of the vehicle / DP Giants. Moscow: Transport, 1969. – 240 p. (Rus)
6. Vorkut A.I. Freight transport by road / A.I Vorkut. -2-Ed., Rev. and add. – K. : School, 1986 – 447 p. (Ukr)
7. Proceedings of the seminar on market structure and regulatory reform in the freight transport. 4-8 March 1996, Helsinki, Finland. – EDI MB. Turku School of Economics and Business Administration. 1996. – 106 p.
8. Lee N. Economies of Scale in Bus Transport: Some British Municipal Results / N. Lee, I.W Steedman// Journal of Transport Economics and Policy, 1970, №4. – P. 15 -28.
9. Williams M. The Economic Justification for Local Bus Transport Subsidies / M. Williams // International Journal of Transport Economics, 1981, P.79-88.
10. Button K.J. Transport Economics / K.J. Button. – 2nd. ed Hants- Edward Elgar, 1994. – 269p.
11. Button K.J. An Examination of the Structures Associated with Providing Urban Bus Services in Britain Scottish / K.J. Button, K.J. O'Donnel // Journal of Political Economy 1985, №32.-P. 67-81.
12. Kanarchuk B.C. Virobnichi systemy on transporty / BC Kanarchuk, I.P. Kurnikov. – K. : Vishcha School, 1977. – 359 p. (Ukr)
13. Coyle J.J. Transportation / J.J. Coyle, E.J. Bardi, R.A. Novack. – 4nd ed – San Francisco: West Publishing Company, 1994. – 574 p.
14. Lambert D., Nemeyer M., Partnership - GENERAL Case / V sbornyk. How orhanyzovat tseepochku supplies; Per. with the English. (Harvard Business Review on Supply Chain Management) - Moscow: Alpina Business Books, 2008. – 207 p.
15. Romaniuk S. Project management of production systems of road transport organizations: Author. Thesis. for the degree of candidate of technical sciences spets.05.13.22 "Program and Project Management" / Romaniuk Svetlana. - Kyiv, 2014. – 25 p. (Ukr)
16. Lambert D.M., Emmeihainz M.A., Gardner J.T. Building successful logistics partnerships// Journal of Business Logistics, vol. 20, №1. – p.165-182.

РЕФЕРАТ

Воркут Т.А. Модель проектного управління розвитком партнерств підприємств автомобільного транспорту в забезпеченні функції технічного обслуговування та поточного ремонту / Т.А. Воркут, А.М. Дмитриченко, Ю.В. Лушай, Н.М. Цимбал // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

В статті розглядається модель проектного управління розвитком партнерств підприємств автомобільного транспорту в забезпеченні функції технічного обслуговування та поточного ремонту парків автомобільних транспортних засобів.

Метою дослідження є розробка моделі проектного управління розвитком партнерства підприємств автомобільного транспорту в забезпеченні функції технічного обслуговування та поточного ремонту парків автотранспортних засобів у взаємозв'язку із умовами (факторами) вибору типу зазначеного партнерства.

Предмет дослідження – методи і моделі управління партнерствами.

Методи дослідження – метод зіставно-порівняльного аналізу, абстрактно-логічний метод, метод аналогії та порівнянь.

За результатами дослідження можна стверджувати, що в роботі запропонована модель проектного управління розвитком партнерств підприємств автомобільного транспорту в забезпеченні функції технічного обслуговування та поточного ремонту парків автомобільних транспортних засобів у взаємозв'язку із умовами проектного управління даним партнерством залежно від обраного типу останнього.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: МОДЕЛЬ ПРОЕКТНОГО УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ ПАРТНЕРСТВ, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА ПОТОЧНИЙ РЕМОНТ АВТОМОБІЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ, ПІДПРИЄМСТВА АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ.

ABSTRACT

Vorkut T.A., Dmytrychenko A.M., Luschay Y.V., Tsymbal N.M. A project management model for development of partnerships of motor carrier firms in providing of maintenance function. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

In the paper the A project management model for development of partnerships of motor carrier firms in providing of maintenance function parks motor carrier

The aim of the study is to develop a model of project management development partnerships road transport enterprises to provide features maintenance and repair of motor vehicles in parks interrelation of conditions (factors) select the type specified partnership.

Purpose of the study – the methods and models of partnerships.

Methods of the study – the contrastive method of comparative analysis, abstract and logical method, analogies and comparisons.

The study can be argued that in the proposed model of project management development partnerships road transport enterprises to engage in maintenance and repair of motor vehicles parks in interrelation with the terms of this partnership project management depending on the type.

KEYWORDS: MODEL PROJECT MANAGEMENT DEVELOPMENT PARTNERSHIP, MAINTENANCE OF ROAD TRANSPORT, MOTOR CARRIER FIRMS.

РЕФЕРАТ

Воркут Т.А. Модель проектного управления развитием партнерства предприятий автомобильного транспорта в обеспечении функции технического обслуживания и текущего ремонта / Т.А. Воркут, А.М. Дмитриченко, Ю.В. Луцкай, Н.Н. Цымбал // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье рассматривается модель проектного управления развитием партнерства предприятий автомобильного транспорта в обеспечении функции технического обслуживания и текущего ремонта парков автотранспортных средств.

Целью исследования является разработка модели проектного управления развитием партнерства предприятий автомобильного транспорта в обеспечении функции технического обслуживания и текущего ремонта парков автотранспортных средств во взаимосвязи с условиями (факторами) выбора типа указанного партнерства.

Предмет исследования - методы и модели управления партнерствами.

Методы исследования - метод сопоставимо сравнительного анализа, абстрактно-логический метод, метод аналогии и сравнений.

По результатам исследования можно утверждать, что в работе предложена модель проектного управления развитием партнерства предприятий автомобильного транспорта в обеспечении функции технического обслуживания и текущего ремонта парков автомобильных транспортных средств во взаимосвязи с условиями проектного управления данным партнерством в зависимости от выбранного типа последнего.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: МОДЕЛЬ ПРОЕКТНОГО УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПАРТНЕРСТВ, ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ АВТОМОБІЛЬНИХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, ПРЕДПРИЯТИЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТА.

АВТОРИ:

Воркут Тетяна Анатоліївна, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри транспортного права та логістики, e-mail: tpsalkaf@mail.ntu.edu.ua, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к. 433а.

Дмитриченко Андрій Миколайович, кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, старший науковий співробітник кафедри аеропортів, e-mail: tpsalkaf@mail.ntu.edu.ua, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 344.

Лущай Юрій Володимирович, Національний транспортний університет, асистент кафедри транспортного права та логістики, e-mail: lushchay_y_v@mail.ru, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 439.

Цимбал Н.М., к.т.н., Національний транспортний університет, доцент кафедри транспортного права та логістики, тел. 0445707753 Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1.

AUTHOR:

Vorkut Tetiana.A., Doctor of Technical Science, Professor, National Transport University, Head of Transport Law and Logistics Department, e-mail: tpsalkaf@mail.ntu.edu.ua, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of 433a.

Dmytrychenko Andrii.M., Candidate of Technical Science, National Transport University, Senior Research Associate, email: tpsalkaf@mail.ntu.edu.ua, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of 344.

Lushchay Yuri.V., National Transport University, assistant of the department of transportation law and logistics, e-mail: lushchay_y_v@mail.ru, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of 439.

Tsymbal N.M., Ph.D., National Transport University, associate professor of logistics and transport law, tel. 0445707753 Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1.

АВТОРЫ:

Воркут Татьяна Анатольевна, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, заведующий кафедрой транспортного права и логистики, e-mail: tpsalkaf@mail.ntu.edu.ua, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к. 433а.

Дмитриченко Андрей Николаевич, кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, старший научный сотрудник кафедры аэропортов, e-mail: tpsalkaf@mail.ntu.edu.ua, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 344.

Лущай Юрий Владимирович, Национальный транспортный университет, ассистент кафедры транспортного права и логистики, e-mail: lushchay_y_v@mail.ru, Украина, 01010, Киев, ул. Суворова 1, к. 439.

Цымбал Н.Н., к.т.н., Национальный транспортный университет, доцент кафедры транспортного права и логистики, тел. 0445707753 Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Мельниченко О.І., кандидат технічних наук, професор, Національний транспорт університет, учений секретар Національного транспортного університету, Київ, Україна.

Сидорчук О.В., доктор технічних наук, професор, член-кореспондент Національної академії аграрних наук, заступник директора з наукової роботи Національного наукового центру «ІМЕСТ», Київ, Україна.

REVIEWER:

Melnychenko O. I., Candidate of Technical Science, Professor, National Transport University, scientific secretary National Transport University, Kyiv, Ukraine.

Sydorchuk O.V., Doctor of Technical Science, Professor, member of National Academy of Agricultural Sciences, deputy Director of Research of the National Research Center «ІМЕСТ», Kyiv, Ukraine.

УПРАВЛІННЯ ВНУТРІШНЬООРГАНІЗАЦІЙНИМИ РЕСУРСАМИ В ПОРТФЕЛЯХ
ПРОЕКТІВ ІЗ УРАХУВАННЯМ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ПОПИТУ

Воркут Т.А., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Цимбал Н.М., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Чечет А.М., Національний транспортний університет, Київ, Україна

MANAGEMENT INTERNALLY ORGANIZATIONAL RESOURCES IN THE PROJECT
PORTFOLIO WITH UNCERTAINTY DEMAND

Vorkut T.A., Doctor of Technical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Tsymbal N.M., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Chechet A.M., National Transport University, Kyiv, Ukraine

УПРАВЛЕНИЕ ВНУТРИОРГАНИЗАЦИОННЫМИ РЕСУРСАМИ В ПОРТФЕЛЕ
ПРОЕКТОВ С УЧЕТОМ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ СПРОСА

Воркут Т.А., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Цымбал Н.Н., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Чечет А.М., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми. В останні два десятиліття в методології корпоративного управління проектами, поступово набуває все більшого значення управління портфелями проектів. Як зазначається в роботі [1], даний напрям йде від точкового розвитку через конкретні проекти до необхідності поступального збалансованого розвитку – досягати всього комплексу стратегічних цілей із урахуванням ризиків і обмеженості ресурсів підприємства, тобто управляти портфелем проектів. При цьому підприємства можуть розглядатися як сукупність портфелів (підпортфелів), які реалізуються відповідно до стратегічних планів. Портфель проектів, або просто портфель, виходячи із загальноприйнятої на сьогодні термінологічної і понятійної бази, [2], – це комплекс проектів і/або програм, які, будучи не обов'язково пов'язаними між собою, об'єднані разом, зокрема задля зручності контролю, координації і управління.

На сьогодні в корпоративному управлінні проектами виокремлюють шість основних областей: оцінювання вигід за проектами; ранжування і вибір проектів; управління комунікаціями між проектами; управління продуктивністю портфеля проектів; управління ресурсами портфеля проектів, а також власне управління портфелем проектів. На думку науковців і практиків, оцінювання вигід за проектами і ранжування проектів є найбільш повно опрацьованими і використовуваними напрямками в організаціях. Водночас, управління продуктивністю портфеля проектів і управління ресурсами портфеля проектів, навпаки, залишаються найменш розвинутими – як щодо методології, так і практики застосування [1]. Це робить актуальною тему дослідження, присвяченого формуванню науково-методичних засад управління внутрішньоорганізаційними ресурсами прєктно-орієнтованих організацій в умовах ризику та невизначеності на основі розроблення концепції портфельного управління даними ресурсами.

Аналіз попередніх публікацій. Серед наукових робіт, в яких розглядається проблематика управління ресурсами за портфелями проектів, можна зазначити роботи С.Д. Бушуєва, Ю.М. Теслі, А.С. Товба, Г.А. Ципеса, С.В. Цюцюри, Н.Ю. Єгорченкової та ряду інших дослідників.

При цьому постановка і вирішення задач управління ресурсами за портфелями проектів, як правило, виходять із того, що портфель вже є сформованим. Водночас, слід зазначити, що підходи до власне формування портфелів (підпортфелів) можуть суттєво різнитися, і, за багатьох обставин, носить, до певної міри, ситуативний характер. Так, в уже згадуваній нами роботі [1] пропонується в структурі портфеля, мова йде, в більшій мірі, про стратегічний портфель, виокремлювати три групи проектів як підпортфелі – зовнішні інвестиційні проекти, які орієнтовані на отримання прибутку; зовнішні і внутрішні проекти, які є важливими для розвитку підприємства і напряму непов'язані із отриманням “миттєвого” прибутку; інші проекти. За умов широкої, за термінологією автора, діяльності підприємства можливим є використання галузевого, географічного або інших критеріїв формування підпортфелів. Разом із тим, в роботі [3, с.93] зауважено, що в портфель можуть об'єднуватися проекти, які знаходяться в компетенції одного центру відповідальності, або ті, які виконуються на спільному пулі ресурсів (фінанси, люди, обладнання, матеріали, енергія).

Як правило, окремі проекти компаній, що впроваджують проектно-орієнтоване управління, не є такими, які лише за власними замовленнями на внутрішньоорганізаційні ресурси, об'єктивно, здатні створити передумови до ефективного використання останніх. За багатьох випадків це пов'язано із сезонними та випадковими коливаннями величини зазначених замовлень (попиту) на ресурси в цілому або за окремими складовими. Очікуючи на підвищення ефективності використання ресурсів компаній за умов їх сумісного використання (закріплення) за рядом проектів, водночас, необхідно брати до уваги можливу конкурентність окремих проектів в запиті на спільно використовувані ресурси, зокрема в часі. Це може стосуватись капітальних активів, людських ресурсів тощо.

Мета статті – сформулювати задачі дослідження щодо розроблення концепції портфельного управління використанням внутрішньоорганізаційних ресурсів в проектно-орієнтованих організаціях із урахуванням невизначеності попиту.

Виклад основного матеріалу. Взаємозв'язок і зміст основних задач дослідження в контексті розроблення концепції портфельного управління використанням внутрішньоорганізаційних ресурсів в проектно-орієнтованих організаціях із урахуванням невизначеності попиту представлено на рис. 1.

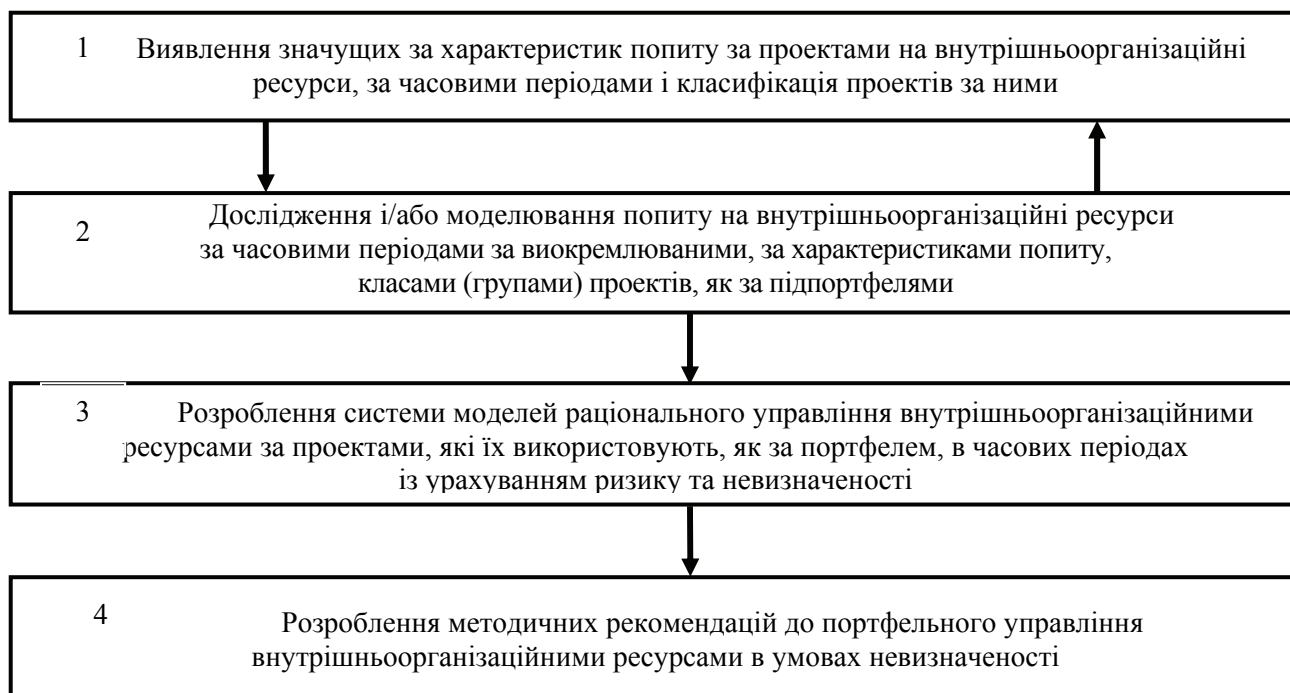


Рисунок 1 – Взаємозв'язок і зміст основних задач дослідження щодо розроблення концепції портфельного управління використанням внутрішньоорганізаційних ресурсів в проектно-орієнтованих організаціях із урахуванням невизначеності попиту

Формування раціонального, з точки зору створення передумов до ефективного використання ресурсів, призначених для реалізації проектів, портфеля (підпортфеля) вимагає попередньої класифікації проектів, які потенційно можуть увійти до відповідного портфеля (підпортфеля), – блок 1, див. рис. 1. На рис. 2 запропоновано чотири класи (групи) проектів, як підпортфелі, за якими можуть бути поділені проекти, які використовують i -й внутрішньоорганізаційний ресурс, $i = \overline{1, I}$. Як видно, за значущі характеристики попиту, за проектами на внутрішньоорганізаційні ресурси пропонується розглядати наявну інформацію про попит – детермінований чи стохастичний, а також умови задоволення останнього – зміни у заявлених параметрах постачань ресурсів не допускається чи допускається. Розподіл проектів за відповідними групами (підпортфелями), з подальшим аналізом умов використання (закріплення) ресурсів в межах єдиного портфеля за обставинами формування попиту та пропозиції і можливостями щодо управління ними створює передумови до ефективного використання окремих видів внутрішньоорганізаційних ресурсів.

В умовах дослідження і/або моделювання попиту за класами (групами) проектів, як за підпортфелями, на внутрішньоорганізаційний ресурс i -го виду, $i = \overline{1, I}$, в часовому періоді t , $t = \overline{1, T}$, блок 2, див. рис. 1, видається за доцільне виходити з наступних міркувань.

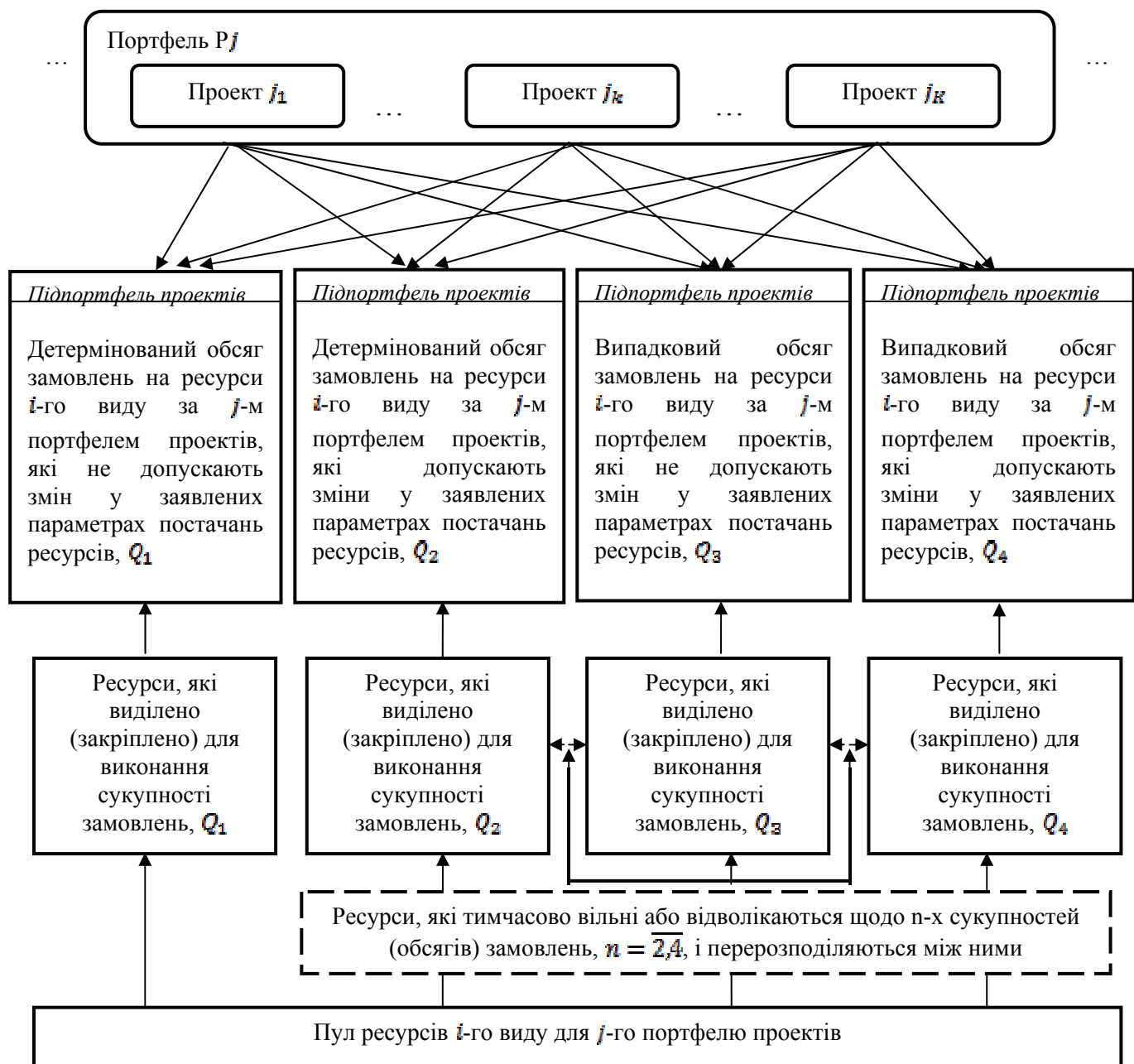


Рисунок 2 – Концепція портфельного управління використанням внутрішньоорганізаційних ресурсів проектно-орієнтованих організацій: до класифікації проектів за значущими характеристиками попиту на внутрішньоорганізаційні ресурси

Припустимо що $Y(t)$ – випадкова кількість проектів портфеля (підпортфеля), які мають бути виконані протягом періоду t . Величина об'єднаної кількості, наприклад, людино-годин, які мають бути витрачені на виконання проектів портфеля, в загальному випадку, являє собою суму випадкової кількості (проектів) випадкових доданків (людино-годин, які витрачаються на виконання проекту):

$$Z(t) = \sum_{i=1}^{Y(t)} X_i \quad (1)$$

Коли $Y(t)$ приймає значення $n=1,2,...,N$ із ймовірністю $P_n(t)$, то, відповідно до виразу для повної ймовірності, щільність розподілу випадкової величини $Z(t)$ можна записати наступним чином:

$$r(Z, t) = \sum_{n=1}^{\infty} f^{(n)}(z) p_n(t), \quad (2)$$

де $f^{(n)}(Z)$ – щільність розподілу величини $Z_n = \sum_{i=1}^n X_i$

Щільність виду (2) в роботі [4] та ряду інших отримали назву суміші.

Функція розподілу:

$$R(Z, t) = \sum_{n=1}^{\infty} F^{(n)}(Z) p_n(t) \quad (3)$$

являє собою дискретну суміш розподілів із значущістю (вагами) $p_1(t), p_2(t) \dots$

Математичне сподівання випадкової величини $Z(t)$:

$$m_z(t) = \sum_{n=1}^{\infty} n p_n(t) m_x = m_y(t) m_x \quad (4)$$

де $m_y(t) = \sum_{n=1}^{\infty} n p_n(t)$ – математичне сподівання випадкової величини $Y(t)$;

$m_x = \int_0^{\infty} x f(x) dx$ – математичне сподівання випадкової величини X_i

Дисперсія випадкової величини $Z(t)$:

$$D_z(t) = D_x m_y(t) + m_x^2 D_y(t) \quad (5)$$

де $D_x, D_y(t)$ – відповідно дисперсія випадкових величин X_i та $Y(t)$.

Звідси, знаючи розподіл кількості проектів і кількості людино-годин, яких потребують проекти, можна встановити закони розподілу і чисельні характеристики величини людино-годин за портфелем проектів.

Таким чином, в умовах конкретної організації представляє інтерес виявлення характеристик попиту, зокрема закономірностей розподілу і числових характеристик за підпортфелями, які акумулюють проекти з випадковим попитом на ресурси. Відповідно до пропонованого нами підходу до дослідження і/або моделювання попиту представляє інтерес виявлення закономірностей розподілу і числових характеристик щодо кількості проектів за певним портфелем (підпортфелем) і обсягу споживаємих за проектами відповідного портфеля (підпортфеля) ресурсів.

В задачі, яка розглядається, являє інтерес пуассонівський потік проектів (як вимог на виконання робіт за даним потоком проектів) за портфелем (підпортфелем) – як через те, що це спрощує дослідження, так і через те, що сумарний потік для широкого класу відомих умов [5] є близьким до пуассонівського.

При цьому розподіл кількості ($n \geq 1$) проектів в портфелі (підпортфелі) – як такому, що об'єднує ці проекти, буде описуватися усіченим розподілом Пуассона:

$$p_n(t) = \frac{P(n, \lambda t)}{1 - P(0, \lambda t)} = \frac{(\lambda t)^n e^{-\lambda t}}{n! (1 - e^{-\lambda t})} \quad (6)$$

де $\lambda = \sum_{i=1}^m \lambda_i$ – сумарна інтенсивність потоку проектів;

λ_i – інтенсивність потоку проектів за i -м джерелом ($i=1, 2, \dots, m$)

Узагальнений опис кількості людино-годин, які передбачається витратити за окремим проектом портфелю (підпортфелю) проектів, може бути пов'язаний із використанням гамма-розподілу зі щільністю виду:

$$r(x, \eta, \alpha) = \frac{\alpha^\eta}{\Gamma(\eta)} e^{-\alpha x}, \quad x^{\eta-1}, \quad (7)$$

$$x > 0, \quad \alpha > 0, \quad \eta > 0$$

де η, α – параметри розподілу.

За цілочисельних значень $\eta = m$ можна перейти до розподілу Ерланга, за $m = 1$ отримуємо, як відомо, експоненціальний розподіл, а за $\eta = n/2, \alpha = 1/2$ отримуємо χ^2 – розподіл із n -степенями свободи, а гамма-розподіл із параметрами $\eta = m + 1$ і $\alpha = 1$ отримав назву показово-ступінного із параметром m [6].

Можна очікувати, що, в ряді випадків, для опису кількості людино-годин за проектом може бути використаний нормальний закон розподілу.

Закон розподілу величин кількості людино-годин, виконуваних за портфелем проектів, в одній із найбільш загальних постановок може бути виконано в припущенні, що величини кількості людино-годин, які витрачаються на проекти, які складають портфель, описуються гамма-розподілом.

При визначенні розподілу $Z_n = \sum_{i=1}^n X_i$ – суми незалежних випадкових величин кількості людино-годин за проектом прийемо до уваги, що композиція двох гамма-розподілів із однаковими параметрами α приводить знову до гамма-розподілу з тим же параметром α , при цьому значення іншого параметра додається [7].

Як наслідок, розподіл суми n незалежних випадкових величин, кожна із яких описується гамма-розподілом із параметрами α і η , може бути представлена випадковою величиною, яка описується гамма-розподілом із параметрами α і $\eta\alpha$:

$$f^{(n)}(Z) = \frac{\alpha^{\eta n}}{\Gamma(\eta n)} e^{-\alpha Z} \cdot Z^{\eta n-1}. \quad (8)$$

Функція $p(Z, t)$ щільності випадкової величини об'єднаної кількості людино-годин за портфелем проектів $Z(t)$ визначається формулою (2).

Якщо виходити з припущення, що розподіл кількості проектів описується усіченим розподілом Пуассона:

$$r(Z, t) = \frac{1}{1 - P(0, \lambda t)} \sum_{n=1}^{\infty} f^n(z) P(n, \lambda t) \quad (9)$$

Так як математичне сподівання випадкової величини $Y(t)$, розподіленої за усіченим законом Пуассона:

$$m_y(t) = \sum_{n=1}^{\infty} n p_n(t) = \sum_{n=1}^{\infty} n \frac{(\lambda t)^n e^{-\lambda t}}{n! (1 - e^{-\lambda t})} = \frac{\lambda t}{1 - e^{-\lambda t}} \quad (10)$$

а математичне сподівання кількості людино-годин за проектами, які включаються до портфеля, $m_x = \eta/\alpha$, то математичне сподівання кількості людино-годин за портфелем:

$$m_z(t) = m_x m_y(t) = \frac{\eta \lambda t}{\alpha (1 - e^{-\lambda t})} \quad (11)$$

Знайдемо далі дисперсію випадкової величини $Z(t)$, яка визначається за формулою (5), для чого визначимо дисперсію випадкової величини $Y(t)$:

$$D_y(t) = M\{[Y(t)]^2\} - [m_y(t)]^2 \quad (12)$$

Для розглядуваного усіченого розподілу Пуассона момент:

$$M\{[Y(t)]^2\} = \sum_{n=1}^{\infty} n^2 p_n(t) = \sum_{n=1}^{\infty} n^2 \frac{(\lambda t)^n}{n!} e^{-\lambda t} \frac{1}{1 - e^{-\lambda t}}.$$

Так як $\sum_{n=1}^{\infty} n^2 \frac{\lambda t}{n!} e^{-\lambda t}$ – другий момент розподілу Пуассона з параметром λt , то [7]:

$$\sum_{n=1}^{\infty} n^2 \frac{\lambda t}{n!} e^{-\lambda t} = (\lambda t)^2 + \lambda t,$$

а

$$M\{[Y(t)]^2\} = \frac{(\lambda t)^2 + \lambda t}{1 - e^{-\lambda t}}. \quad (13)$$

Із урахуванням (10), дисперсія випадкової величини $Y(t)$:

$$D_Y(t) = \frac{\lambda t [1 - e^{-\lambda t} (1 + \lambda t)]}{(1 - e^{-\lambda t})^2}. \quad (14)$$

Дисперсія випадкової величини кількості людино-годин за проектом Y_i для гамма-розподілу зі щільністю виду (7):

$$D_\pi = \frac{\eta}{\alpha^2} \quad (15)$$

За формулою (5), враховуючи наведені залежності, дисперсія випадкової величини кількості людино-годин за проектом дорівнює:

$$D_\pi(t) = \frac{\eta \lambda t}{\alpha^2 (1 - e^{-\lambda t})} \left\{ 1 + \frac{\eta [1 - e^{-\lambda t} (1 + \lambda t)]}{1 - e^{-\lambda t}} \right\} \quad (16)$$

Функція розподілу величини кількості людино-годин за проектом:

$$R(Z, t) = \int_0^Z g(Z, t) dZ = \frac{1}{1 - P(0, \lambda t)} \sum_{n=1}^{\infty} F^{(n)}(Z) P(n, \lambda t), \quad (17)$$

$$\text{де } F^{(n)}(Z) = \int_0^Z \frac{\alpha^{\eta n}}{\Gamma(\eta n)} e^{-\alpha t} t^{\eta n-1} dt;$$

$$\int_0^Z e^{-\alpha t} t^{\eta n-1} dt = \frac{1}{\alpha^{\eta n}} \int_0^{\alpha Z} e^{-t} t^{\eta n-1} dt = \frac{1}{\alpha^{\eta n}} \gamma(\alpha Z, \eta n);$$

$$\gamma(\alpha, x) = \int_0^x e^{-t} t^{\alpha-1} dt - \text{неповна гамма-функція.}$$

Використовуючи збіжний розклад для гамма-функції можна записати:

$$\gamma(\alpha Z, \eta n) = e^{-\alpha Z} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(\alpha Z)^{\eta n+k}}{\eta n(\eta n+1) \dots (\eta n+k)} - \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-1)^k (\alpha Z)^{\eta n+1}}{k! (\eta n+k)} \quad (18)$$

Вираз для функції розподілу при цьому записується наступним чином:

$$G(Z, t) = \frac{1}{1 - P(0, \lambda t)} \sum_{n=1}^{\infty} J(\alpha Z, \eta n) P(n, \lambda t),$$

$$\text{де } J(x, \alpha) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} = \int_0^x e^{-t} t^{\alpha-1} dt - \text{табульована функція.}$$

Висновок. В роботі представлено зміст і взаємозв'язок основних задач дослідження щодо розроблення концепції портфельного управління використанням внутрішньоорганізаційних ресурсів в проектно-орієнтованих організаціях із урахуванням невизначеності попиту. Подальші дослідження вимагають розроблення системи моделей раціонального управління внутрішньоорганізаційними ресурсами за проектами, які їх використовують, як за портфелем, в часових періодах із урахуванням ризику та невизначеності.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Фунтов В.Н. Управление проектами развития фирмы: теория и практика / В.Н. Фунтов. – СПб.: Питер, 2009. – 496 с.
2. Бушуев С.Д. Управление проектами: основы профессиональных знаний и система оценки компетентности проектных менеджеров / С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева. – Изд. 2-е. – К.: ІРІДІУМ, 2010. – 208 с.
3. Ципес Г.Л. Проекты и управление проектами в современной компании. Учебное пособие / Под общей редакцией Г.Л. Ципеса, А.С. Товба. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2009. – 480 с.
4. Коваленко И.М. Теория вероятностей и математическая статистика / И.М. Коваленко, А.А. Филиппова. – М.: Высшая школа. 1973. – 368 с.
5. Овчаров Л.А. Прикладные задачи теории массового обслуживания / Л.А. Овчаров – М.: Машиностроение, 1963. – 324 с.
6. Корн Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров / Г. Корн, Т. Корн. – М.: Наука, 1970. – 720 с.
7. Вентцель Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель – М.: Наука, 1964. – 576 с.

REFERENCES

1. Funtov V.N. Manage project development firm: theory and practice / V.N. Funtov. – SPb.: Peter, 2009. – 496 p. (Rus)
2. Bushuev S.D. Project Management: Fundamentals professional knowledge and competence system otsenki project managers / S.D. Bushuev, N.S. Bushuev. – Ed. 2nd. – K.: Iridium, 2010. – 208 p. (Rus)
3. Tsipes G.L., Tovb A.S. Projects and Project Management in a Modern Company. Manual / G.L. Tsipes, A.S. Tovb – M.: Olymp-business, 2010. – 480 p. (Rus)
4. Kovalenko I.M. Theory of Probability and Statistics matematycheskaya / I.M. Kovalenko, A.A. Fylyppova. – M.: Higher School. 1973. – 368 p. (Rus)
5. Ovcharov L.A. Prykladnye problem theory of mass Maintenance / L.A. Ovcharov – M.: Mashinostroenie, 1963. – 324 p. (Rus)
6. G. Korn H. Andbook on mathematics for nauchnykh of employees and ynzhenerov / G. Korn and T. Korn. – M.: Nauka, 1970. – 720 p. (Rus)
7. Wentzel E.S. Probability Theory / E.S. Wentzel – M.: Nauka, 1964. – 576 p. (Rus)

РЕФЕРАТ

Воркут Т.А. Управління внутрішньоорганізаційними ресурсами в портфелях проектів із урахуванням невизначеності попиту / Т.А. Воркут, Н.М. Цимбал, А.М. Чечет // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

В статті розглянуто взаємозв'язок і зміст основних задач дослідження в контексті розроблення концепції портфельного управління використанням внутрішньоорганізаційних ресурсів в проектно-орієнтованих організаціях із урахуванням невизначеності попиту.

Мета статті – сформулювати задачі дослідження щодо розроблення концепції портфельного управління використанням внутрішньоорганізаційних ресурсів в проектно-орієнтованих організаціях із урахуванням невизначеності попиту.

Взаємозв'язок і зміст основних задач дослідження в контексті розроблення концепції портфельного управління використанням внутрішньоорганізаційних ресурсів в проектно-орієнтованих організаціях із урахуванням невизначеності попиту. Формування раціонального, з точки зору створення передумов до ефективного використання ресурсів, призначених для реалізації проектів, портфеля (підпортфеля) вимагає попередньої класифікації проектів, які потенційно можуть увійти до відповідного портфеля (підпортфеля). В статті запропоновано чотири класи (групи) проектів, як підпортфелі, за якими можуть бути поділені проекти, які використовують i -й внутрішньоорганізаційний ресурс, $i = \overline{1, I}$.

За значущі характеристики попиту, за проектами на внутрішньоорганізаційні ресурси пропонується розглядати наявну інформацію про попит – детермінований чи стохастичний, а також умови задоволення останнього – зміни у заявлених параметрах постачань ресурсів не допускається чи допускається. Розподіл проектів за відповідними групами (підпортфелями), з подальшим аналізом умов використання (закріплення) ресурсів в межах єдиного портфеля за обставинами формування попиту та пропозицій і можливостями щодо управління ними створює передумови до ефективного використання окремих видів внутрішньоорганізаційних ресурсів.

В роботі представлено зміст і взаємозв'язок основних задач дослідження щодо розроблення концепції портфельного управління використанням внутрішньоорганізаційних ресурсів в проектно-орієнтованих організаціях із урахуванням невизначеності попиту. Подальші дослідження вимагають розроблення системи моделей раціонального управління внутрішньоорганізаційними ресурсами за проектами, які їх використовують, як за портфелем, в часових періодах із урахуванням ризику та невизначеності.

Результати статті можуть бути використані в подальших наукових дослідженнях.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: УПРАВЛІННЯ, ПРОЕКТИ, ПОРТФЕЛІ, ПІДПОРТФЕЛІ, РЕСУРСИ, ПОПИТ.

ABSTRACT

Vorkut T.A., Tsymbal N.M., Chechet A.M. Management internally organizational resources in the project portfolio with uncertainty demand. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

The article deals with the relationship and content of the main tasks of research on the development of the concept of portfolio management using in-house resources in Competitive Environment of the uncertainty of demand.

The purpose of the article – to form research problems concerning the development of the concept of portfolio management using in-house resources in Competitive Environment of the uncertainty of demand.

Interconnection and content of the main tasks of research on the development of the concept of portfolio management using in-house resources in Competitive Environment of the uncertainty of demand. Formation efficient in terms of creating preconditions for effective use of resources for implementation of projects portfolio (subportfolio) requires a classification of projects that could potentially enter the corresponding portfolio (subportfolio). In the article the four classes (groups) of projects as subportfolio, which can be shared projects that use i-and-house resource, $i = \overline{1, I}$.

With the significant characteristics of demand for projects in-house resources are invited to consider available information on demand – deterministic or stochastic, and meet the conditions of the latter – a change in the stated parameters of hydrocarbon resources are not allowed or prohibited. The distribution of projects by related groups (subportfolio), and then analyzed using the (consolidation) resources within a single portfolio circumstances forming supply and demand and opportunities for managing a prerequisite to the effective use of certain types of in-house resources.

The paper presents the content and the relationship of the main tasks of research on the development of the concept of portfolio management using in-house resources in Competitive Environment of the uncertainty of demand. Further studies require the development of models of sustainable management systems in-house resources for projects that use them, as in the portfolio at time periods of the risk and uncertainty.

The results of the article can be used in further research.

KEYWORDS: MANAGEMENT, PROJECTS, PORTFOLIOS, PIDPORTFELI, RESOURCE DEMAND. REFERENCES

РЕФЕРАТ

Воркут Т.А. Управление внутриорганизационными ресурсами в портфеле проектов с учетом неопределенности спроса / Т.А. Воркут, Н.Н. Цымбал, А.М. Чечет // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье рассмотрена взаимосвязь и содержание основных задач исследования в контексте разработки концепции портфельного управления использованием внутриорганизационных ресурсов в проектно-ориентированных организациях с учетом неопределенности спроса.

Цель статьи – сформировать задачи исследования по разработке концепции портфельного управления использованием внутриорганизационных ресурсов в проектно-ориентированных организациях с учетом неопределенности спроса.

Взаимосвязь и содержание основных задач исследования в контексте разработки концепции портфельного управления использованием внутриорганизационных ресурсов в проектно-ориентированных организациях с учетом неопределенности спроса. Формирование рационального, с точки зрения создания предпосылок к эффективному использованию ресурсов, предназначенных для реализации проектов, портфеля (подпортфеля) требует предварительной классификации проектов, которые потенциально могут войти в соответствующий портфель (подпортфель). В статье предложено четыре класса (группы) проектов, как подпортфели, по которым могут быть разделены проекты, которые используют i -й внутриорганизационный ресурс, $i = \overline{1, I}$.

По значимым характеристикам спроса, по проектам на внутриорганизационные ресурсы предлагается рассматривать имеющуюся информацию о спросе – детерминированный или стохастический, а также условия удовлетворения последнего – изменения в заявленных параметрах поставок ресурсов допускается или нет. Распределение проектов по соответствующим группам (подпортфелям), с последующим анализом условий использования (закрепления) ресурсов в рамках единого портфеля по обстоятельствам формирования спроса и предложения и возможностями по управлению ими создает предпосылки к эффективному использованию отдельных видов внутриорганизационных ресурсов.

В работе представлено содержание и взаимосвязь основных задач исследования по разработке концепции портфельного управления использованием внутриорганизационных ресурсов в проектно-ориентированных организациях с учетом неопределенности спроса. Дальнейшие исследования требуют разработки системы моделей рационального управления внутриорганизационными ресурсами по проектам, которые их используют, как по портфелю, в временных периодах с учетом риска и неопределенности.

Результаты статьи могут быть использованы в дальнейших научных исследованиях.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: УПРАВЛЕНИЕ, ПРОЕКТЫ, ПОРТФЕЛИ, ПОДПОРТФЕЛИ, РЕСУРСЫ, СПРОС.

АВТОРИ:

Воркут Тетяна Анатоліївна, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри транспортного права та логістики, e-mail: tpsalkaf@mail.ntu.edu.ua, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к. 433а.

Цимбал Наталія Миколаївна, кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, доцент кафедри транспортного права та логістики, e-mail: vorkytt@ntu.edu.ua, тел.: +380442544326, Україна, 01010, м.

Київ, вул. Суворова 1.

Чечет Анна Михайлівна, Національний транспортний університет, асистент кафедри транспортного права та логістики, e-mail: chechet@online.ua, тел. +380634321538, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к.439.

AUTHOR:

Vorkut Tetiana.A., Doctor of Technical Science, Professor, National Transport University, Head of Transport Law and Logistics Department, e-mail: tpsalkaf@mail.ntu.edu.ua, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 433a.

Tsymbal Nataliia M., Ph. D., National Transport University, assistant of the department of transportation law and logistics, e-mail: vorkytt@ntu.edu.ua, тел.: +380442544326, 01010, Kyiv, str. Suvorova 1.

Chechet Anna M., National Transport University, assistant of the department of transportation law and logistics, e-mail: chechet@online.ua, tel. +380634321538, Ukraine, 01010, Kyiv, str. Suvorov 1, k.439.

АВТОРЫ:

Воркут Татьяна Анатольевна, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, заведующий кафедрой транспортного права и логистики, e-mail: tpsalkaf@mail.ntu.edu.ua, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к. 433а.

Цымбал Наталья Николаевна, Национальный транспортный университет, доцент кафедры транспортного права и логистики, e-mail: vorkytt@ntu.edu.ua, тел.: +380442544326, Украина, 01010, г.

Киев, ул. Суворова 1.

Чечет Анна Михайловна, Национальный транспортный университет, ассистент кафедры транспортного права и логистики, e-mail: chechet@online.ua, тел. +380634321538, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к.439.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Кучинський Ю.Ф. віце-президент АсМАП України, Київ, Україна

Мельниченко О.І., к.т.н., Національний транспортний університет, професор кафедри транспортного права та логістики, Київ, Україна.

REVIEWER:

Kuchynskii Y.F., Vice President AsMAP Ukraine, Kyiv, Ukraine

Melnichenko O.I. Ph.D., National Transport University, Professor of Transport Law and Logistics Department, Kyiv, Ukraine.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ УДАРУ ТВЕРДОГО СФЕРИЧНОГО ТІЛА
ПО ПОВЕРХНІ ПОРОЖНИНИ У СТИСЛИВІЙ РІДИНІ

Гавриленко О.В., кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри АСОІУ, ФІОТ, НТУУ «КПІ», Київ, Україна

MATHEMATICAL MODELING OF SOLID SHOCK SPHERICAL BODY
ON THE SURFACE CAVITY IN A COMPRESSIBLE FLUID

Gavrilenko Olena, Candidate of physical and mathematical Sciences, Associate Professor of Department AIPSM, FICT, NTUU «KPI», Kyiv, Ukraine

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УДАРА ТВЕРДОГО СФЕРИЧЕСКОГО ТЕЛА
ПО ПОВЕРХНОСТИ ПОЛОСТИ В СЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ

Гавриленко Е.В., кандидат физико-математических наук, доцент кафедры АСОИУ, ФИОТ, НТУУ «КПИ», Киев, Украина

Постановка проблеми. У наш час експериментально доведена можливість створення підводних транспортних апаратів на основі нових фізичних принципів руху тіл під водою – суперкавітаційного руху. При цьому тіло рухається всередині кавітаційної порожнини, що його оточує, – суперкаверни, і може розвивати швидкість руху, співмірну зі швидкістю поширення звуку у воді.

Однією з проблем суперкавітаційного руху є забезпечення стійкості руху тіла в каверні. За такого руху тіло контактує з поверхнею каверни лише у своїй головній частині. Прикладена до області контакту тіла з поверхнею каверни гідродинамічна сила опору руху з боку рідини створює перекидаючий момент щодо центру мас тіла, викликаючи нестійкість суперкавітаційного руху тіла в рідині. Цією нестійкістю пояснюють виникнення серії поперечних ударів тіла по поверхні каверни, що можуть суттєво впливати на загальний характер руху тіла. Це свідчить про актуальність дослідження процесу удару тіла по поверхні порожнини.

Аналіз джерел. У більшості робіт задачі занурення твердих тіл в рідину через поверхню порожнини досліджувались із використанням моделі нестисливої рідини [6, 7, 8]. Модель стисливої рідини, як така, що більш адекватно описує процес взаємодії тіла з рідиною при відносно високих швидкостях [1], використовується в дослідженнях школи В.Д. Кубенка [3, 4].

Постановка задачі.

1. Загальна постановка задачі: Розглянемо в достатньо загальному вигляді постановку задачі ударної взаємодії твердих тіл з поверхнею порожнини.

Розглянемо механічну систему: в безмежній рідині міститься порожнина, що має форму сфери радіуса R_c , всередині порожнини міститься абсолютно тверде сферичне тіло радіуса R_b , вісь якого паралельна вісі порожнини, причому $R_b < R_c$. Позначимо через $d = R_c - R_b$ величину зазору між порожниною та тілом. Тіло під дією сили тяжіння робить поперечні удари по поверхні порожнини. Нехай в початковий момент часу $t = 0$ воно досягає поверхні порожнини і починає занурюватися крізь неї зі швидкістю $v_0(t)$, причому початкова швидкість занурення $v_0 = v_0(0)$ значно менша за швидкість звуку в рідині.

Спочатку припускаємо, що закон руху тіла в порожнині протягом всієї ударної взаємодії задано. Тоді, виходячи з цього закону та відомої форми поверхні тіла, можна в кожен момент часу визначити частину тіла, що контактує з поверхнею порожнини. Позначимо через $\Gamma(t)$ поверхню порожнини, причому в початковий момент часу поверхня порожнини знаходиться в недеформованому стані Γ_0 . Частину поверхні $\Gamma(t)$, через яку відбувається занурення тіла, позначимо через $\Gamma_1(t)$ (рис. 1).

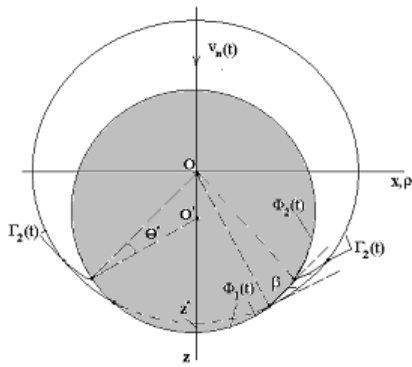


Рисунок 1 – Схема ударної взаємодії тіла з поверхнею порожнини

Позначимо через $\vec{n}$ орт нормалі до поверхні тіла $\Phi(t)$, а через v_n – проекцію вектора швидкості $\vec{v}_0$ на нормаль $\vec{n}$.

Надалі буде використовуватися невагома, баротропна, ідеальна, стислива рідина в акустичному наближенні, а швидкості занурення тіла будуть значно меншими за швидкість звуку в рідині.

Тіло при зануренні в рідину через поверхню порожнини породжує в рідині акустичні збурення, рух яких описується хвильовим рівнянням

$$\Delta \varphi - \frac{1}{C^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} = 0 \quad (1.1)$$

відносно потенціалу швидкостей φ , який пов'язаний з швидкістю деформування поверхні порожнини $\vec{V}$ та гідродинамічним тиском p співвідношеннями

$$\vec{V} = \text{grad } \varphi; \quad p = -\gamma \frac{\partial \varphi}{\partial t}, \quad (1.2)$$

де γ – густина рідини, що знаходиться в стані спокою, при наступних граничних умовах:

- в межах області контакту тіла $\Phi_1(t)$ з поверхнею порожнини справедлива рівність нормальних складових швидкостей занурення тіла та деформування поверхні порожнини

$$\left. \frac{\partial \varphi}{\partial n} \right|_{\Phi_1(t)} = v_n, \quad (1.3)$$

- на вільній поверхні порожнини $\Gamma_2(t)$ гідродинамічний тиск сталий і для спрощення міркувань вважаємо його рівним нулю

$$-\gamma \left. \frac{\partial \varphi}{\partial t} \right|_{\Gamma_2(t)} = 0, \quad (1.4)$$

що зносяться із області контакту $\Phi_1(t)$ та з вільної поверхні порожнини $\Gamma_2(t)$ на недеформовану поверхню порожнини Γ_0 .

Акустичні збурення на нескінченності затухають

$$\varphi_\infty = 0. \quad (1.5)$$

Оскільки до початку взаємодії тіла, що знаходиться в порожнині, з рідиною остання залишалася у стані спокою, то будемо мати нульові початкові умови

$$\varphi|_{t=0} = \left. \frac{\partial \varphi}{\partial t} \right|_{t=0} = 0, \quad (1.6)$$

де за початок процесу можна взяти момент, коли тіло торкається поверхні порожнини $t = 0$.

Співвідношення (1.1)–(1.6) являють собою постановку задачі про удар твердого тіла по поверхні порожнини, якщо закон руху тіла в порожнині заданий (границі області контакту $\Phi_1(t)$, на основі яких визначаються гідродинамічні навантаження, відомі).

Якщо закон вертикального руху тіла в порожнині невідомий, тоді систему співвідношень (1.1)–(1.6) необхідно доповнити рівнянням вертикального руху тіла, що визначається з другого закону Ньютона

$$\mu \dot{v}_n(t) = -F(t) + \mu g, \quad v_n(0) = v_0, \quad (1.7)$$

де μ – маса тіла, $v_0(t)$ – нормальна складова швидкості занурення тіла, g – прискорення вільного падіння, $F(t)$ – гідродинамічна сила опору зануренню тіла з боку рідини, яка дорівнює інтегралу від гідродинамічного тиску, що розподілений по області контакту тіла з поверхнею порожнини $\Phi_1(t)$, і визначається із співвідношення

$$F(t) = 2 \int_0^{\theta^*} p(t, \theta) \cos \theta d\theta. \quad (1.8)$$

Границя області контакту тіла з поверхнею порожнини визначається точками перетину двох кіл, що обмежують поверхні порожнини і тіла, які обчислюються за допомогою співвідношення

$$\theta^* = \arccos \left(\frac{(z^*)^2 + 2d(z^* + 1)}{2(d + z^*)} \right), \quad z^* = \int_0^t v_0(\tau) d\tau, \quad (1.9)$$

що було отримано у процесі розв'язання задачі.

В механічному плані сформульована задача є нестационарною змішаною крайовою задачею механіки для стисливої рідини з рухливою, наперед невідомою границею, що змінюється з часом.

В математичному плані ця задача являє собою неklasичний об'єкт математичної фізики, що не вписується в традиційні класифікації, для дослідження якого потрібні додаткові прийоми і підходи.

Слід зазначити, що сформульована задача містить елементи нелінійності, оскільки гідродинамічна сила, яка знаходиться в правій частині диференціального рівняння (1.6), має складну функціональну залежність від значення θ^* , що визначає границі області контакту.

Зазначимо, що використання акустичного наближення для описання руху рідини накладає обмеження на величину швидкості занурення тіла $v_0(t)$ – вона має бути малою у порівнянні зі швидкістю звуку в рідині. Так, за оцінкою школи В.Г. Баженова, при швидкостях до 200 м/с чисельні результати розв'язання задачі удару близькі до експериментальних.

2. Математичне моделювання. Загальна постановка. Розглянемо тепер осесиметричну змішану крайову задачу занурення твердої сфери в ідеальну стисливу рідину через поверхню сферичної порожнини. Постановка цієї задачі впливає із загальної постановки (1.1)-(1.9) 1-го розділу з урахуванням знесення граничних умов на недеформовану поверхню порожнини. Таким чином, її розв'язання зводиться до розв'язування змішаної крайової задачі.

Рух ідеальної стисливої рідини в акустичному наближенні щодо хвильового потенціалу φ описується в сферичних координатах хвильовим рівнянням

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial \varphi}{\partial r} + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \theta^2} - \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} = 0. \quad (2.1)$$

Гідродинамічний тиск і швидкість деформування поверхні порожнини визначаються за формулами:

$$p = -\frac{\partial \varphi}{\partial t}, \quad V = \text{grad} \varphi. \quad (2.2)$$

Граничні умови представимо у вигляді:

- у межах області контакту задана умова непроникності поверхні тіла для рідини

$$\left. \frac{\partial \varphi}{\partial r} \right|_{r=1} = v_0(t) \cos \theta, \quad \theta < \theta^*; \quad (2.3)$$

- на вільній поверхні порожнини тиск постійний і для спрощення приймаємо його рівним нулю

$$\left. \frac{\partial \varphi}{\partial t} \right|_{r=1} = 0, \quad \theta > \theta^*. \quad (2.4)$$

Збурення, викликані в рідині тілом, що занурюється, на нескінченності затухають

$$\varphi \rightarrow 0, \quad r \rightarrow \infty. \quad (2.5)$$

Оскільки до початку занурення рідина знаходилася в стані спокою, то будемо мати нульові початкові умови

$$\varphi|_{t=0} = \left. \frac{\partial \varphi}{\partial t} \right|_{t=0} = 0. \quad (2.6)$$

Закон руху тіла в порожнині визначається диференціальним рівнянням

$$\mu \frac{dv_0(t)}{dt} = -\frac{F(t)}{\pi}, \quad v_0(0) = v_0, \quad (2.7)$$

де гідродинамічна сила опору зануренню тіла з боку рідини $F(t)$ обчислюється за формулою

$$F(t) = 2\pi \int_0^{\theta^*} p(t, \theta) \sin \theta \cos \theta d\theta. \quad (2.8)$$

Границя області контакту θ^* визначається, як точка перетину двох кіл, що обмежують поверхні тіла та порожнини, та обчислюється зі співвідношення

$$\theta^* = \arccos \left(\frac{(z^*)^2 + 2d(z^* + 1)}{2(d + z^*)} \right), \text{ де } z^* = \int_0^t v_0(\tau) d\tau. \quad (2.9)$$

Зазначимо, що для осесиметричного випадку вводилися наступні безрозмірні змінні:

$$\bar{\rho} = \frac{\rho}{R_c}, \quad \bar{z} = \frac{z}{R_c}, \quad \bar{r} = \frac{r}{R_c}, \quad \bar{t} = \frac{Ct}{R_c}, \quad \bar{p} = \frac{p}{\gamma C^2}, \quad \bar{V} = \frac{V}{C}, \quad \bar{\mu} = \frac{\mu}{\gamma \pi R_c^3}, \quad \bar{F} = \frac{F}{\gamma C^2 R_c^2},$$

де ρ, z – циліндричні координати, r, ρ – сферичні координати, R_c – характерний лінійний розмір (радіус порожнини), t – час, γ – густина рідини, p – гідродинамічний тиск, V – швидкість, F – гідродинамічна сила, C – швидкість звуку в рідині, μ – маса кулі (віднесена до маси рідини, витисненої порожниною). Оскільки надалі будемо використовувати тільки безрозмірні змінні, то риску над ними опустимо.

Сформульовану постановку задачі (2.1), (2.3)-(2.9) надалі будемо називати загальною.

Дана постановка адекватно описує ранній етап занурення циліндру в стисливу рідину через поверхню циліндричної порожнини. На проміжку часу, поки акустична хвиля знаходиться в межах області контакту (поки швидкість розширення області контакту більша за швидкість звуку в рідині), вільна поверхня порожнини залишається недеформованою. На цьому проміжку часу дана модель адекватно описує фізику процесу. З виходом акустичної хвилі на вільну поверхню порожнини (швидкість розширення області контакту стає меншою за швидкість звуку в рідині) остання починає деформуватися. Відбувається підйом рідини поблизу тіла, що занурюється. Це призводить до збільшення площі області контакту, що впливає на величини основних характеристик процесу. Однак на початковому етапі підйом рідини буде незначним. Крім того, зі зменшенням значення зазору між порожниною та тілом вплив підйому рідини поблизу області контакту на гідродинамічні та кінематичні характеристики процесу суттєво зменшується. Таким чином, на розглянутому початковому етапі процесу підйомом рідини можна знехтувати.

Процес розв'язання докладно описаний в [3,4].

В результаті розв'язання задачі зводиться до сукупного розв'язування нескінченної системи лінійних інтегральних рівнянь Вольтера 2-го роду

$$p_n(t) = v_{0n}(t) - \sum_{n=0}^{\infty} \beta_{nn} \int_0^t p_n(\tau) R_n(t-\tau) d\tau, \quad (2.10)$$

і диференціального рівняння

$$\mu \frac{dv_0(t)}{dt} = -\frac{1}{\pi} \sum_{n=0}^{\infty} p_n(t) b_n(\theta^*), \quad v_0(0) = v_0, \quad (2.11)$$

де ядро системи визначатиметься із рівняння

$$\int_0^t R_n(\tau) G_n(t-\tau) d\tau = g_n(t), \quad n = 0, 1, 2, \dots; \quad (2.12)$$

$$\text{де } G_n(t) = \frac{z_1^{\frac{n+1}{2}}(t) + z_2^{\frac{n+1}{2}}(t)}{2\sqrt{t(t+2)}}, \quad g_n(t) = \frac{z_1^{\frac{n+1}{2}}(t) + z_2^{\frac{n+1}{2}}(t)}{2\sqrt{t+2}} \sqrt{t},$$

а коефіцієнти визначаються зі співвідношень

$$v_{0n}(t) = \begin{cases} \frac{v_0(t)}{2} (1 - \eta^3), & n = 1; \\ -\frac{v_0(t)(2n+1)(1-\eta^2)}{2(1-n)(n+2)} (\eta P'_n(\eta) - P_n(\eta)), & n \neq 1, \end{cases} \quad (2.13)$$

$$\beta_{mn}(\theta^*) = \begin{cases} \frac{2n+1}{2} \int_{\eta}^1 (P_n(x))^2 dx, & n=m, \\ -\frac{(2n+1)(1-\eta^2)}{2(m-n)(m+n+1)} (P_m(\eta)P'_n(\eta) - P'_m(\eta)P_n(\eta)), & n \neq m, \end{cases} \quad (2.14)$$

$$b_n(\theta^*) = \begin{cases} \frac{2\pi}{3} (1-\eta^3), & n=1; \\ \frac{2\pi(1-\eta^2)}{(n-1)(n+2)} (\eta P'_n(\eta) - P'_n(\eta)), & n \neq 1. \end{cases} \quad (2.15)$$

де $\eta = \cos \theta^*$ а границя і області контакту θ^* визначатимуться зі співвідношення (2.9).

Постановка “Жорсткий екран”. Паралельно розглянемо спрощену модель контакту тіла з поверхнею порожнини – постановка зі стисненою вільною поверхнею порожнини, яка відрізняється від загальної постановки граничною умовою на вільній поверхні порожнини.

Таким чином, для даної спрощеної постановки замість граничної умови (2.4) використовується умова недеформованості вільної поверхні порожнини

$$\left. \frac{\partial \varphi}{\partial r} \right|_{r=1} = 0, \quad \theta > \theta^*. \quad (2.16)$$

Зазначимо, що дана задача (2.1), (2.3), (2.12), (2.5)-(2.9) є незмішаною.

Модель зі стисненою вільною поверхнею порожнини також адекватно описує процес ударної взаємодії тіла з поверхнею порожнини на інтервалі часу, поки акустичні збурення не вийдуть за межі області контакту. З виходом збурень на вільну поверхню порожнини більш “жорсткі” умови на ній вносять певну похибку у значення гідродинамічних навантажень, але оскільки, як буде показано нижче, різниця в значеннях даних характеристик незначна, то цю спрощену методику можна рекомендувати для одержання інженерних оцінок розвитку процесу, що суттєво скоротить затрати комп’ютерного часу.

Процес розв’язання докладно описаний в [5].

На основі розвиненого підходу розв’язання цієї незмішаної крайової задачі зводиться до спільного розв’язку диференціального рівняння (2.11) та нескінченної послідовності лінійних інтегральних рівнянь Вольєрра другого роду (2.16) відносно коефіцієнтів розкладу тиску в ряд Фур’є за косинусами

$$p_n(t) = v_{0n}(t) - \int_0^t p_n(\tau) R_n(t-\tau) d\tau, \quad (2.17)$$

де коефіцієнти визначатимуться із співвідношення (2.13), (2.15), з урахуванням співвідношення для обчислення границі області контакту (2.9), а ядро визначатиметься з рівняння (2.12).

Єдиний підхід до розв’язання задачі занурення в рідину циліндра, що знаходиться в циліндричній порожнині, в даних постановках дозволяє оцінити вплив на хід процесу різних граничних умов на вільній поверхні порожнини. Крім того, постановка зі стисненою вільною поверхнею порожнини полегшує виведення розв’язуючої системи задачі, що дозволяє суттєво спростити її чисельну реалізацію.

Постановка з нульовим зазором. Розглянемо також частинний випадок загальної постановки: припустимо, що радіус тіла так мало відрізняється від радіусу порожнини, що їх можна вважати рівними – $R_c = R_b$. Таким чином, величина зазору d між порожниною та тілом дорівнює нулю. В

цьому випадку полярний кут θ^* , що визначає границю області контакту дорівнює $\theta^* = \frac{\pi}{2}$.

Слід зазначити, що сформульована задача (2.1), (2.3) – (2.8) є нестационарною змішаною крайовою задачею з відомою сталою границею.

Процес розв’язання докладно описаний в [3,4].

У випадку нульового зазору розв’язання задачі зводиться до сукупного розв’язування нескінченної системи лінійних інтегральних рівнянь Вольєрра 2-го роду (2.11) і диференціального рівняння (2.10), де ядро системи визначатиметься із рівняння (2.12), а коефіцієнти визначаються зі співвідношень

$$v_{0n}(t) = \begin{cases} \frac{v_0(t)}{2}, & n=1; \\ -\frac{v_0(t)(2n+1)}{2(n-1)(n+2)} P_n(0), & n \neq 1, \end{cases} \quad (2.18)$$

$$\beta_{mn} = \begin{cases} \frac{2n+1}{2} \int_0^1 (P_n(x))^2 dx, & n=m, \\ \frac{2n+1}{2(n-m)(m+n+1)} (P_m(0)P'_n(0) - P_n(0)P'_m(0)), & n \neq m, \end{cases} \quad (2.19)$$

$$\text{де } P_n(0) = \begin{cases} \frac{(-1)^n (2n)!}{2^{2n} (n!)^2}, & n=2k; \\ 0, & n=2k+1, \end{cases} \quad P'_n(0) = nP_{n-1}(0).$$

$$b_n = \begin{cases} \frac{2\pi}{3}, & n=1; \\ -\frac{2\pi}{(n-1)(n+2)} P_n(0), & n \neq 1. \end{cases} \quad (2.20)$$

Слід зазначити, що дана постановка дозволяє отримати гідродинамічні та кінематичні характеристики співудару тіла з поверхнею порожнини для граничного, близького до нуля значення зазору. Крім того, у даному випадку підйому рідини поблизу області контакту не спостерігається, у зв'язку з цим можна констатувати, що дана постановка досить точно описує процес удару тіла по поверхні порожнини.

3. Чисельна реалізація задачі. Дослідження ударного процесу, що розглядається, в даній постановці зводиться до розв'язування нескінченної системи (послідовності) лінійних інтегральних рівнянь Вольтера 2-го роду (2.10 (2.17)) спільно з диференціальним рівнянням (2.11).

Розв'язування задачі здійснювалося чисельно на скінченному відрізку часу $[0, T]$, який розбивався на рівні частини кроком Δt , і в отриманих вузлах інтервалу часу обчислювалися всі шукані величини.

Нескінченна система (послідовність) інтегральних рівнянь і права частина диференціального рівняння піддавалися усіканню. Обґрунтування такого усікання зроблено, зокрема, в [2]. Порядок усікання N вибирався з міркувань практичної збіжності розв'язку. В системі (послідовності) всі інтеграли обчислювалися за квадратурною формулою лівих прямокутників. У результаті дана система зводилася до системи алгебраїчних рівнянь. Диференціальне рівняння замінювалося різницеvim. Для поліпшення збіжності рядів Фур'є застосовувалися σ -множники Гібса [5]. На основі аналізу отриманих окремих результатів можна зробити наступні висновки:

1. Модель ідеальної стисливої рідини на ранньому етапі дає змогу отримати більш адекватні фізиці явища результати, порівняно з моделлю ідеальної нестисливої рідини.

- значення гідродинамічної сили для випадку нестисливої рідини (крива 2) в початковий момент часу має необґрунтований скінчений стрибок, натомість гідродинамічна, сила отримана за допомогою стисливої рідини, у той самий момент часу дорівнює нулю;

- на більш пізніх етапах обидві моделі дозволяють одержувати близькі за значенням результати.

Слід зазначити, що гідродинамічна сила за нульового зазору для випадку нестисливої рідини дорівнюватиме нулю.

2. Стисненість вільної поверхні порожнини вносить певну похибку в розв'язок задач.

Проведене порівняння результатів показало, що більш "жорсткі" умови на вільній поверхні порожнини дещо завищують значення гідродинамічних навантажень (рис. 2 – гідродинамічний тиск, рис. 3 – гідродинамічна сила; криві, позначені на рисунках суцільною лінією та пунктиром відповідатимуть загальній та спрощеній постановкам). Але, оскільки ця різниця в значеннях характеристик незначна, то дану спрощену методику можна рекомендувати для отримання інженерних оцінок розвитку процесу, що дозволяє суттєво скоротити затрати комп'ютерного часу (на один порядок і більше).

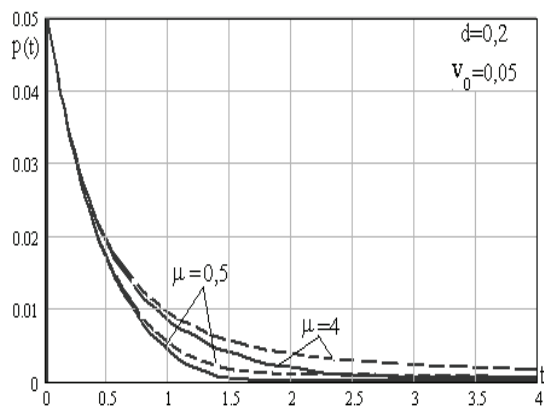


Рисунок 2 – Вплив стисненості вільної поверхні каверни на гідродинамічний тиск

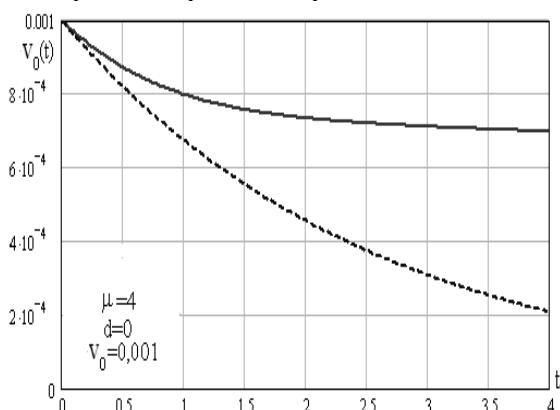


Рисунок 4 – Порівняння чисельних та асимптотичних результатів, отриманих для швидкості руху сферичного тіла $v_0(t)$ за нульового зазору

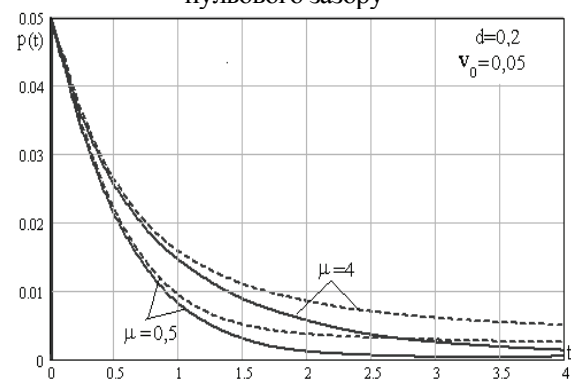


Рисунок 6 – Порівняння результатів, що були отримані щодо гідродинамічних характеристик для спрощеної постановки з ‘жорсткими’ умовами на вільній поверхні порожнини та загальної постановки

3. Отримані результати можуть бути критерієм достовірності для наближених розв’язків задач ударної взаємодії тіла з поверхнею порожнини.

На рис. 4 наведено порівняння чисельних та асимптотичних результатів, отриманих для швидкості руху циліндричного тіла $v_0(t)$ за нульового зазору [3]. Криві, позначені на рисунках суцільною лінією та пунктиром відповідатимуть чисельним та асимптотичним результатам.

Із рис. 4 видно, що результати, отримані аналітично за допомогою асимптотичних представлень модифікованих функцій Бесселя, дещо занижені для кінематичних навантажень у порівнянні з аналогічними чисельними результатами, але оскільки ця різниця в значеннях даних характеристик не

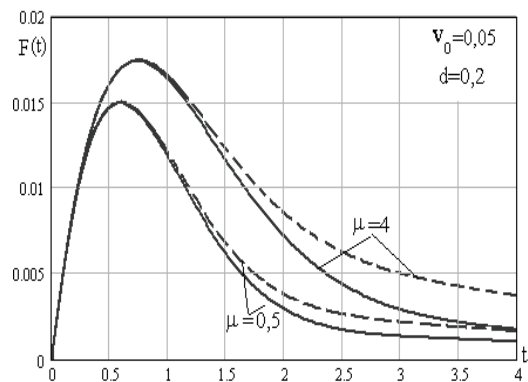


Рисунок 3 – Вплив стисненості вільної поверхні порожнини на гідродинамічну силу

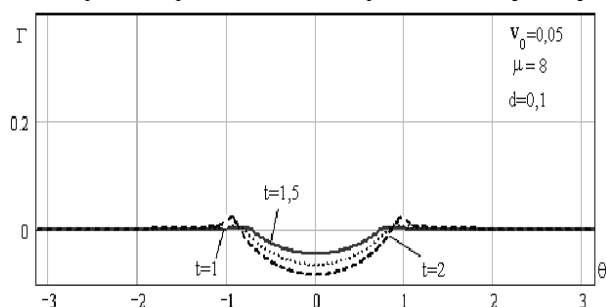


Рисунок 5 – Зображення поверхні порожнини в процесі взаємодії з кулею

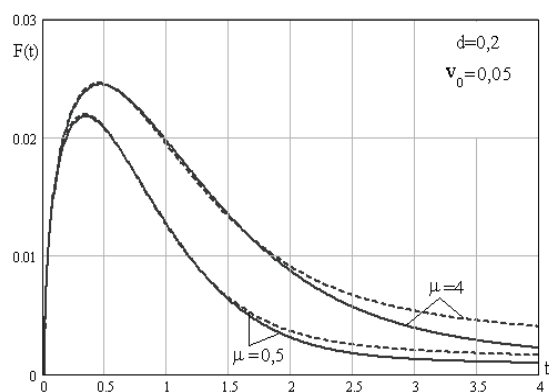


Рисунок 7 – Порівняння результатів, що були отримані щодо гідродинамічних характеристик для спрощеної постановки з ‘жорсткими’ умовами на вільній поверхні порожнини та загальної постановки

надто значна, то із урахуванням запасу міцності конструкцій, на ранньому етапі наближені асимптотичні розв'язки можна рекомендувати для інженерних оцінок розвитку процесу.

На рис. 5 зображено поверхню порожнини в процесі взаємодії з кулею (розміщену на площині) в різні моменти часу $t = 1; 1,5; 2$ при наступних значеннях параметрів: $d = 0,1$; $v_0 = 0,05$; $\mu = 8$.

На рис. 5 можна помітити, що

- на границі області контакту спостерігається підйом рідини поблизу сфери, що занурюється, причому з часом цей підйом зростає, але оскільки на розглянутому проміжку часу він є малим, ми маємо змогу знехтувати ним.

- оскільки ми розглядаємо безвідливний контакт тіла з поверхнею порожнини, то деформована поверхня порожнини матиме форму тіла.

Нагадаємо, що у випадку нульового зазору підйому рідини поблизу області контакту не спостерігається.

На рис. 6-7 наведено порівняння результатів, що були отримані для гідродинамічних характеристик для спрощеної постановки з “жорсткими” умовами на вільній поверхні порожнини та загальної постановки, розглянутої в [4]. Криві, позначені на малюнку суцільною лінією та пунктиром відповідатимуть загальній постановці та моделі зі стисненою вільною поверхнею порожнини.

Із рис. 6-7 видно, що більш “жорсткі” умови на вільній поверхні порожнини завищують значення гідродинамічних навантажень, але оскільки ця різниця в значеннях характеристик незначна, то для одержання інженерних оцінок розвитку процесу можна рекомендувати дану спрощену методику, що суттєво скоротить затрати комп'ютерного часу.

Висновки. У роботі одержано розв'язок осесиметричної задачі занурення твердого сферичного тіла в ідеальну стисливу рідину крізь поверхню сферичної порожнини. Обчислено гідродинамічні і кінематичні характеристики досліджуваного процесу. Задача розв'язана на інтервалі часу, на якому гідродинамічні характеристики встигають досягти своїх максимальних значень. Використання моделі стислої рідини дозволило отримати більш адекватні фізичні явища результати. Проведено оцінку ступеня впливу на шукані характеристики різних граничних умов на вільній поверхні порожнини для нульового зазору.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Баженов В.Г. Анализ нелинейных эффектов при проникании тел в сжимаемую жидкость / Баженов В.Г., Кочетков А.В., Крылов С.В. // Прикладная механика, 1986, 22, № 2. – С.125-127.
2. Коробейник Ю.Ф. О сходимости метода редукции при решении счетных систем линейных интегральных уравнений // Уч. зап. Рост. н./Д. ун-та., 1956, Т. 43, № 6. – С.21-57.
3. Кубенко В.Д. Нестационарные поперечные движения короткого тупого тела при суперкавитационном обтекании / Кубенко В.Д. // Докл. НАНУ, 2003, № 7. – С.46-53.
4. Кубенко В.Д. Осесимметрическая задача про удар твердого сферического тела по поверхности каверны в сжимаемой жидкости / Кубенко В.Д., Гавриленко Е.В. // Прикладная механика, 2008, 44, № 1. – С.11-19.
5. Ланцош К. Практические методы прикладного анализа. // – М: Физматгиз, 1961. – 542 с.
6. Логвинович Г.В. Гидродинамика течений со свободными границами. // – К.: Наук. думка, 1969. – 215 с.
7. Логвинович Г.В. Некоторые вопросы глассирования // Тр. ЦАГИ. 1980, Вып. 2052. – С.3-12.
8. Морс Ф. Методы теоретической физики. / Морс Ф., Фешбах Г. // В 2-х т., Т.1. – М.: Изд-во иностр. лит., 1958. – 960 с.

REFERENCES

1. Bazhenov V.G. Analysis of nonlinear effects in the penetration of bodies in compressible fluid. / V.G. Bazhenov, A.V. Kochetkov, S.V. Krylov // Applied Mechanics, 1986, 22, № 2, p.125-127. (Rus)
2. Korobeinik J.F. The convergence of the reduction method for solving counting systems of linear integral equations // The scientists note of Rostov-on-Don University, 1956, Vol. 43, № 6, p.21-57. (Rus)
3. V.D. Kubenko Transverse unsteady motion of short blunt body at supercavitation flow / Kubenko V.D. // Rep. NASU, 2003, № 7, pp 46-53.
4. V.D. Kubenko Oxysymmetrical problem about shock of solid spherical body on the surface of the cavity in a compressible liquid / Kubenko V.D., Gavrylenko E.V. // Journal of Applied Mechanics, 2008, 44, № 1, pp 11-19.
5. Lanczos K. Practical Methods of Applied Analysis. // M: Fizmatgiz, 1961, 542 p. (Rus)
6. Logvinovich G.V. Hydrodynamics of flows with free boundaries. // K: Naukova Dumka, 1969, 215 p. (Rus)

7. Logvinovich GV Some questions of slipping // Trudy TsAGI. 1980, Vol. 2052, p.3-12. (Rus)
8. F. Morse, Methods of Theoretical Physics. / F. Morse, H. Feshbach // In 2 Vols – Vol.1, M: Foreign Literature Publishing House. 1958., p.960. (Rus).

РЕФЕРАТ

Гавриленко О.В. Математичне моделювання удару твердого сферичного тіла по поверхні порожнини у стисливій рідині / О.В. Гавриленко // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

Робота присвячена розвитку загального підходу до розв'язання задач ударної взаємодії твердих тіл з поверхнею порожнини, які належать до нестационарних змішаних (незмішаних) крайових задач механіки для стисливої рідини з рухливою, наперед невідомою границею, що змінюється за часом.

Об'єкт дослідження являє собою тверді тіла сферичної форми, що вступають в контакт з порожниною в ідеальній стисливій рідині.

Мета роботи – дослідження залежностей гідродинамічних і кінематичних характеристик процесу від маси тіла, початкової швидкості занурення тіла та величини зазору між порожниною і тілом, також проведення оцінки ступеня впливу на шукані характеристики різних граничних умов на вільній поверхні порожнини для нульового зазору. Також метою роботи було підтвердження обрання моделі стисливої рідини, як такої, що більш адекватно описує фізику процесу.

Метод дослідження – чисельно-аналітичний підхід, запропонований В.Д. Кубенком.

На основі даного підходу розв'язано нові практично важливі задачі занурення твердих тіл в рідину через поверхню порожнини. При розв'язанні задачі за допомогою методів інтегральних перетворень Лапласа, розподілу змінних, теореми про згортку оригіналів двох функцій, а також розкладів шуканих характеристик в ряди Фур'є отримано нескінченну систему або послідовність лінійних інтегральних рівнянь Вольтера другого роду відносно коефіцієнтів гідродинамічного тиску та диференціальне рівняння.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: СТИСЛИВА РІДИНА, ТВЕРДЕ ТІЛО, РАДІУС ПОРОЖНИНИ, РАДІУС ТІЛА, ЗАЗОР МІЖ ПОРОЖНИНОЮ ТА ТІЛОМ, ОБЛАСТЬ КОНТАКТУ, ВІЛЬНА ПОВЕРХНЯ ПОРОЖНИНИ, ГІДРОДИНАМІЧНІ І КІНЕМАТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ.

ABSTRACT

Gavrilenco O.V. Mathematical modelling of solid shock spherical body on the surface cavity in a compressible fluid. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

The work deals with the development of general approach to the solution of the problems of impact of hard bodies on a surface of cavity, which belong to un-steady mixed and unmixed boundary problems of mechanics with compressible fluid with movable beforehand unknown variable boundary that changes with time.

Research object is a spherical solids that come in contact with the cavity in an ideal compressible fluid.

Purpose – to study the dependences of the hydrodynamic and kinematic characteristics of the process of body weight, body immersion initial velocity and size of the gap between the body cavity and also assess the degree of impact on the desired characteristics of different boundary conditions on the free surface of the cavity for zero backlash. Also, the aim of study was to confirm the election of a compressible fluid model as one that more adequately describes the physics of the process.

Research methods – numerical-analytical approach proposed by V.D. Kubenko.

Based on this approach, the decision of new practically important problem of immersion of solids in a liquid through the surface of the cavity. While solving the problem using the methods of integral transforms Laplace distribution of variables theorem about convolution of two functions originals and schedules desired characteristics in the Fourier series, the infinite system or a sequence of linear integral equations of the second kind with respect to Voltaire coefficient of hydrodynamic pressure and the differential equation.

KEY WORDS: COMPRESSIBLE FLUID, RIGID BODY, THE RADIUS OF CAVITY, THE RADIUS OF A BODY, THE GAP BETWEEN A CAVITY AND A BODY, THE FIELD OF CONTACT, FREE CAVITY SURFACE, HYDRODYNAMIC AND KINEMATICAL CHARACTERISTICS.

РЕФЕРАТ

Гавриленко Е.В. Математическое моделирование удара твердого сферического тела по поверхности полости в сжимаемой жидкости / Е.В. Гавриленко // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

Работа посвящена развитию общего подхода к решению задач ударного взаимодействия твердых тел с поверхностью полости, относящиеся к нестационарным смешанным (несмешанным) краевым задач механики для сжимаемой жидкости с подвижной, заранее неизвестной границей изменяющейся по времени.

Объект исследования представляет собой твердые тела сферической формы, вступают в контакт с полостью в идеальной сжимаемой жидкости.

Цель работы – исследование зависимостей гидродинамических и кинематических характеристик процесса от массы тела, начальной скорости погружения тела и величины зазора между полостью и телом, также проведение оценки степени влияния на искомые характеристики различных граничных условий на свободной поверхности полости для нулевого зазора. Также целью работы было подтверждение избрания модели сжимаемой жидкости, как таковой, что более адекватно описывает физику процесса.

Метод исследования – численно-аналитический подход, предложенный В.Д. Кубенко.

На основе данного подхода решены новые практически важные задачи погружения твердых тел в жидкость через поверхность полости. При решении задачи с помощью методов интегральных преобразований Лапласа, разделения переменных, теоремы о свертке оригиналов двух функций, а также расписаний искомых характеристик в ряды Фурье получена бесконечная система или последовательность линейных интегральных уравнений Вольтера второго рода относительно коэффициентов гидродинамического давления и дифференциальное уравнение.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: СЖИМАЕМАЯ ЖИДКОСТЬ, ТВЕРДОЕ ТЕЛО, РАДИУС ПОЛОСТИ, РАДИУС ТЕЛА, ЗАЗОР МЕЖДУ ПОЛОСТЬЮ И ТЕЛОМ, ОБЛАСТЬ КОНТАКТА, СВОБОДНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ПОЛОСТИ, ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ И КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.

АВТОР:

Гавриленко Олена Валеріївна, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри АСОІУ, ФІОТ, НТУУ «КПІ», e-mail: iem.gavrilenko@meta.ua, +38095768058, Україна, Київ, вул. Політехнічна, 41, 18 корпус, к. 430.

AUTHOR:

Gavrilenko Olena, Candidate of physical and mathematical Sciences, Associate Professor of Department AIPSM, FICT, e-mail: iem.gavrilenko@meta.ua, +38095768058, Ukraine, Kyiv, Polytehnicheskaya st., 41, 18 buld., r. 430.

АВТОР:

Гавриленко Елена Валериевна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры АСОИУ, ФИОТ, НТУУ «КПИ», e-mail: iem.gavrilenko@meta.ua, +38095768058, Украина, Киев, ул. Политехническая, 41, 18 корпус, к. 430.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Баранов Г.Л., професор кафедри інформаційних систем і технологій Національного транспортного університету, доктор технічних наук, професор,

Безверхий О.І., завідувач відділу електропружності Інституту механіки ім. С.П. Тимошенка НАНУ, доктор фізико-математичних наук, професор.

REVIEWER:

Baranov G.L., Professor of Information Systems and Technology National Transport University, Doctor of Engineering, Professor,

Bezverkhyi O.I., head of department electroelasticity of the Institute of Mechanics S.P. Tymoshenko National Academy of Sciences, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor.

ПРО НЕОБХІДНІСТЬ ВСТАНОВЛЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ЗЕРНИСТИХ СУМІШЕЙ ДЛЯ ОСНОВ ДОРОЖНІХ ОДЯГІВ

Гамеляк І.П., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Волощук Д.В., Національний транспортний університет, Київ, Україна

ABOUT THE NECESSITY OF DETERMINATION THE GRANULAR MIXTURES
DESIGN CHARACTERISTICS FOR BASES OF ROAD PAVEMENTS

Gameliak I.P., doctor of technical sciences, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Voloshchuk D.V., National Transport University, Kyiv, Ukraine

О НЕОБХОДИМОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
ЗЕРНИСТЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ОСНОВАНИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

Гамеляк И.П., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Волощук Д.В., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Вступ. Понад 95 % автомобільних доріг України в основі мають неукріплені зернисті шари. Від їх якості та несучої здатності залежить надійність та довговічність конструкцій дорожнього одягу (КДО) в цілому. Надійність КДО задається на етапі проектування та розрахунку, забезпечується при спорудженні та підтримується в процесі експлуатації. Стадія проектування є ключовим етапом, а об'єктивно задані розрахункові та відповідні їм статистичні характеристики формують загальну надійність споруди.

Постановка проблеми. На сьогоднішній день існує ряд вимог до матеріалів щебеневих і гравійних основ, але відсутні їх розрахункові характеристики, що не дає можливості виконувати об'єктивний розрахунок. Однією з ключових задач при розрахунку дорожніх одягів на етапі проектування та забезпечення їх безвідмовної роботи протягом проектного строку експлуатації є забезпечення їх надійності та довговічності. При розрахунку КДО за пружним прогином надійність або імовірність її безвідмовної роботи визначається за формулами 1-4 [1-3]:

$$H = R(t, N_{sum}) = 1 - F(t, N_{sum}) = P(t, N_{sum} \leq T), \quad (1)$$

де $R(t)$ – імовірність безвідмовної роботи;

T – вектор значень $(T_1, T_2 \dots T_n)$ критеріїв граничного стану конструкції;

$F(t, N_{sum})$ – імовірність виходу КДО із ладу в момент часу t , або величині сумарного прикладення навантаження N_{sum} ;

P – імовірність відмови КДО.

Імовірність виходу КДО із ладу F доцільно розраховувати не лише задаючись проектним строком експлуатації t , а й окремо враховуючи сумарну кількість прикладення навантаження N_{sum} . Наприклад, при розрахунку шарів основи ДО, повинна забезпечуватись їх морозостійкість. Цю характеристику доцільно розглядати, як імовірність настання події протягом розрахункового строку експлуатації t . Сумарну кількість прикладення навантаження N_{sum} важко прогнозувати на розрахунковий термін експлуатації, оскільки вона залежить від багатьох факторів, в числі яких є і економічні умови середовища. Таким чином, надійність конструкції доцільно задавати та розраховувати окремо за наведеними критеріями.

При нормальних законах розподілу «міцності» та «напруження» надійність конструкції дорожнього одягу характеризує взаємодія її міцності з напруженнями, що виникають [3] та виражається через коефіцієнт надійності:

$$K_n = 0,5 + F(\beta), \quad (2)$$

де $F(\beta)$ – нормована функція Лапласа;

β – характеристика безпеки, при розрахунку за пружним прогином [1];

$$\beta = \frac{E_{заг} - E_{номр}}{\sqrt{S_{E_{заг}}^2 + S_{E_{номр}}^2}} \quad \text{або} \quad \beta = \frac{K_M - 1}{\sqrt{C_{E_{заг}}^2 \cdot K_M + C_{E_{номр}}^2}}, \quad (3)$$

де $E_{заг}$ – загальний модуль пружності конструкції, МПа, який залежить від товщини шарів h_i , м, їх фактичного модуля пружності E_i , МПа та діаметру відбитку пневматика D , см [6];

$E_{номр}$ – потрібний модуль пружності конструкції, МПа, який залежить від розрахункового навантаження та сумарної кількості прикладення навантаження N_{sum} [6];

$S_{E_{заг}}$ і $S_{E_{номр}}$ – середньоквадратичні відхилення розрахункового та відповідно фактичного модуля пружності шару дорожнього одягу;

$C_{E_{заг}}$ і $C_{E_{номр}}$ – коефіцієнти варіації розрахункового та відповідно фактичного модуля пружності шару дорожнього одягу;

K_M – коефіцієнт запасу міцності:

$$K_M = E_{заг} / E_{номр}, \quad (4)$$

Таким чином, для розрахунку загального модуля пружності на поверхні шару $E_{заг}$ з позиції теорії надійності, потрібно отримати фактичні значення модулів пружності ґрунтової основи та шарів конструкції, а також відповідні їм статистичні характеристики – середньоквадратичні відхилення S_E та коефіцієнти варіації C_E .

Основна частина. Вимоги до матеріалів щебеневих та гравійних шарів нормуються чинним ДСТУ Б В.2.7-30-2013 «Матеріали нерудні для щебеневих і гравійних основ та покриттів автомобільних доріг» [1]. Згідно цього документу готові суміші потрібно оцінювати за зерновим складом, насипною густиною, пластичністю та радіаційно-гігієнічною оцінкою, а наповнювачі, що входять до складу готових сумішей, згідно відповідних нормативних документів.

Проте в нормативних документах [4, 5] не наведено розрахункових характеристик готових сумішей необхідних для розрахунку КДО за допустимим пружним прогином та за критерієм зсуву у шарах із малозв'язних матеріалів, а саме: модуль пружності шару E , МПа; зчеплення C , МПа; та кут внутрішнього тертя φ , град.

Значення розрахункових характеристик в узагальненому вигляді наведено у ВБН В.2.3.218-186 «Дорожній одяг нежорсткого типу» [6] та ВБН В.2.3.218-008 «Проектування і будівництво жорстких та з жорсткими прошарками дорожніх одягів» [7]. Для усіх сумішей згідно [4] встановлено модуль пружності $E=180$ МПа, зчеплення $C=0,03$ МПа, кут внутрішнього тертя $\varphi=45^\circ$. До діючих нормативних документів [6, 7] вони перейшли із ВСН 46-83 «Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа» [8] та ВСН 197-91 «Инструкция по проектированию жестких дорожных одежд» [9], як для піщано-гравійних сумішей № 1, 2, 4 (згідно ГОСТ 25607-83).

На відміну від діючого на території України ВБН В.2.3.218-186 [6] у нормативному документі ОДН 218.046-01 «Проектирование нежестких дорожных одежд» [10] наведено характеристики окремо для сумішей С1-С7 згідно ГОСТ 25607 «Смеси щебеночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов» [11, 12]. На момент введення в дію документу [10] ГОСТ 25607 був діючим в редакції 1994 року [11], наразі чинна редакція 2009 року [12], яка має певні відмінності. Відповідність сумішей за нормами [4, 11, 12] та відповідні їм розрахункові характеристики за [6, 7, 10] наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Відповідність сумішей між собою за [4, 11, 12] та відповідні їм розрахункові характеристики за [6, 7, 10]

ДСТУ Б В.2.7-30-2009[4]		ГОСТ 25607-2009 [12]		ГОСТ 25607-94 [11]	
Назва суміші	Розрах. хар.	Назва суміші	Розрах. хар.	Назва суміші	Розрах. хар. Щеб./Гравій.
1	2	3	4	5	6
Суміші для покриттів					
C1	E=180 МПа; C=0,03 МПа; $\varphi=45^\circ$	C1	E=300/280 МПа	C1	E=300/280 МПа
C2		C2	E=290/265 МПа	C2	E=290/265 МПа
C3					

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6
Суміші для основ					
C4 (80)	E=180 МПа; C=0,03 МПа; $\varphi=45^\circ$	C3	E=280/240 МПа	C3	E=280/240 МПа
C5 (40)				C4	E=275/230 МПа
C6		C4	E=260/220 МПа	C5	E=260/220 МПа
C7		C5	E=240/200 МПа	C6	E=240/200 МПа
C8					
C9		C6	E=260/180 МПа	C7	E=260/180 МПа
C10		C7			

Для уточнення та встановлення розрахункових характеристик щебенево-піщаних сумішей в рамках будівництва площадки для складування будівельних матеріалів з цементно-бетонним покриттям (рис. 1) проведено випробування. В рамках експерименту визначено несучу здатність ґрунтової основи природної структури та після ущільнення з прив'язкою до щільності та вологості ґрунту, а також на поверхні конструктивних шарів. Дослідний майданчик розбито на чотири ділянки з різними конструкціями (рис. 2).



Рисунок 1 – Загальний вигляд будівельної ділянки

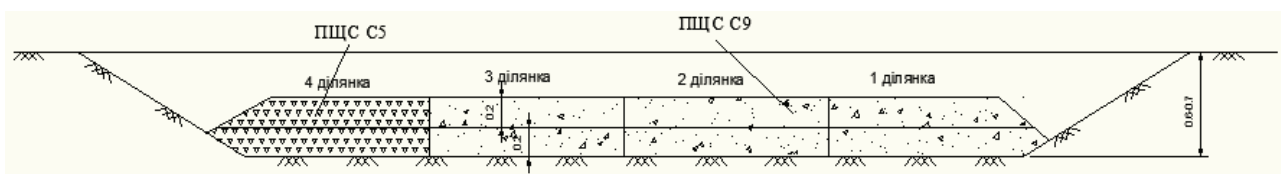


Рисунок 2 – Поздовжній розріз та схема розбивки дослідного майданчику

При випробуванні несучої здатності застосовувався прилад для визначення динамічного модуля пружності Inspector 3 (рис. 2), для відбору ґрунту основи з подальшим визначенням щільності та вологості «ріжуче кільце» (рис. 3).

Випробування проводились згідно ВБН В.2.3-218-186[6] та ТР ВФ – StB [13] за наступною методикою:

1. Розбивка дослідного майданчику та зняття шару ґрунту товщиною 60-70 см;

2. Визначення несучої здатності ґрунту у природному заляганні приладом динамічної дії Inspector 3 (3 точки), відбір ґрунту ріжучим кільцем (3 проби), відбір ґрунту порушеної структури для лабораторного визначення фізико-механічних властивостей;

3. Ущільнення ґрунту основи котком (масою 12 т) за 10 проходів при статичному навантаженні та 4 – 6 проходів котка з вібрацією;

4. Випробування несучої здатності ґрунтової основи після ущільнення котком (12 точок), відбір ґрунту ріжучим кільцем (4 проби);

5. Розбивка майданчику на чотири ділянки та розподілення та ущільнення суміші С9 шаром 20 см в ущільненому стані на 1-й та 2-й ділянці, ущільнення здійснювалось за 10 проходів по одному сліду без вібрації та 3-4 проходи в режимі вібрації;



Рисунок 2 – Прилад для визначення динамічного модуля пружності Inspector 3



Рисунок 3 – Відбір ґрунту «ріжучим кільцем» з подальшим визначенням щільності та вологості

6. Визначення несучої здатності ущільненого шару (6 точок випробувань, по 3 на ділянку), відбір суміші для лабораторних випробувань (визначення гранулометричного складу);

7. Розподілення та ущільнення суміші С9 на 3-й ділянці, розподілення та ущільнення шару суміші С5 на 4-й ділянці;

8. Визначення несучої здатності на ущільнених 3-й та 4-й ділянках;

9. Розподілення та ущільнення другого шару суміші С9 до проектних відміток на ділянках 1-3, розподілення та ущільнення шару суміші С5 на 4-й ділянці до проектних відміток, ущільнення здійснювалось за 6 проходів по одному сліду без вібрації та 3 проходи в режимі вібрації;

10.Визначення несучої здатності на поверхні ущільнених шарів (3x4=12 точок, рис. 4).

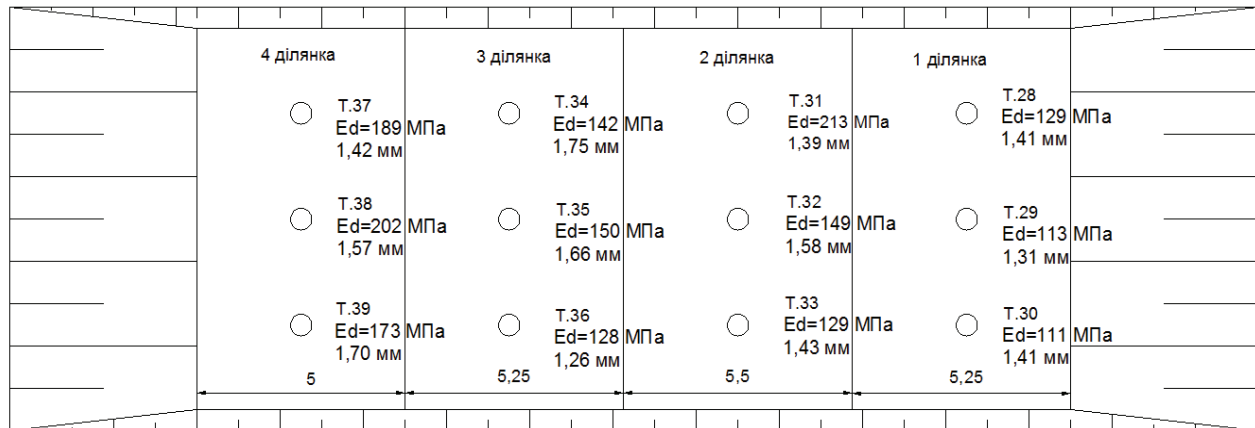


Рисунок 4 – Схема та результати визначення несучої здатності по поверхні другого шару (проектна відмітка) на ділянках 1-4

У результаті випробувань встановлено високу неоднорідність показників несучої здатності основи земляного полотна внаслідок включень різних типів ґрунтів. Домінуючим є суглинок із плямами глини, супіску та піску. Результати зведено до таблиці 2. Фактичний модуль пружності на поверхні ґрунту змінюється від 33 МПа до 104 МПа, або більш як у 3 рази. На початку (ділянка 1) та в кінці площадки (ділянка 4) зафіксовано значення фактичного модуля пружності на поверхні ґрунту менше проектного 56 МПа [6].

Таблиця 2 – Результати визначення несучої здатності по поверхні ґрунту після ущільнення

№ вим.	Фактичний модуль пружності на поверхні ґрунту, E_g , МПа до ущільнення / після ущільнення	Відношення фактичного модуля пружності до проектного значення ($E_g=56$ МПа)	Тип ґрунту	Щільність ґрунту, ρ_d , г/см ³ до ущіл. / після ущіл.	Вологість W, % до ущіл. / після ущіл.	Примітки
4	- / 41	0,73	суглинок	-	-	Ділянка 1
5	- / 33	0,59	суглинок	-	-	
6	76 / 79	1,41	суглинок	1,93 / 1,93	10,27 / 10,26	
7	- / 58	1,04	суглинок	-	-	Ділянка 2
8	- / 66	1,18	суглинок	-	-	
9	87 / 71	1,27	пісок	1,82 / 1,75	3,43 / 2,15	
10	- / 104	1,86	супісок	- / 1,78	- / 11,73	Ділянка 3
11	- / 51	0,91	суглинок	-	-	
12	- / 68	1,21	суглинок	-	-	
13	- / 44	0,79	суглинок	-	-	Ділянка 4
14	- / 82	1,46	глина	-	-	
15	60 / 37	0,66	суглинок	1,83 / 1,88	13,07 / 12,33	

Перший та другий шар на ділянках 1-3 влаштовано із щебенево-піщаної суміші, яка за даними лабораторного розсіву (рис. 5, табл. 3) згідно ДСТУ Б В.2.7-30-2013 [4] проходить як С9, згідно ГОСТ 25607-94[11] – С7, згідно ГОСТ 25607-2009 [12] – С6. Перший та другий шар на четвертій ділянці влаштовано із суміші С5 фракції 0-70.

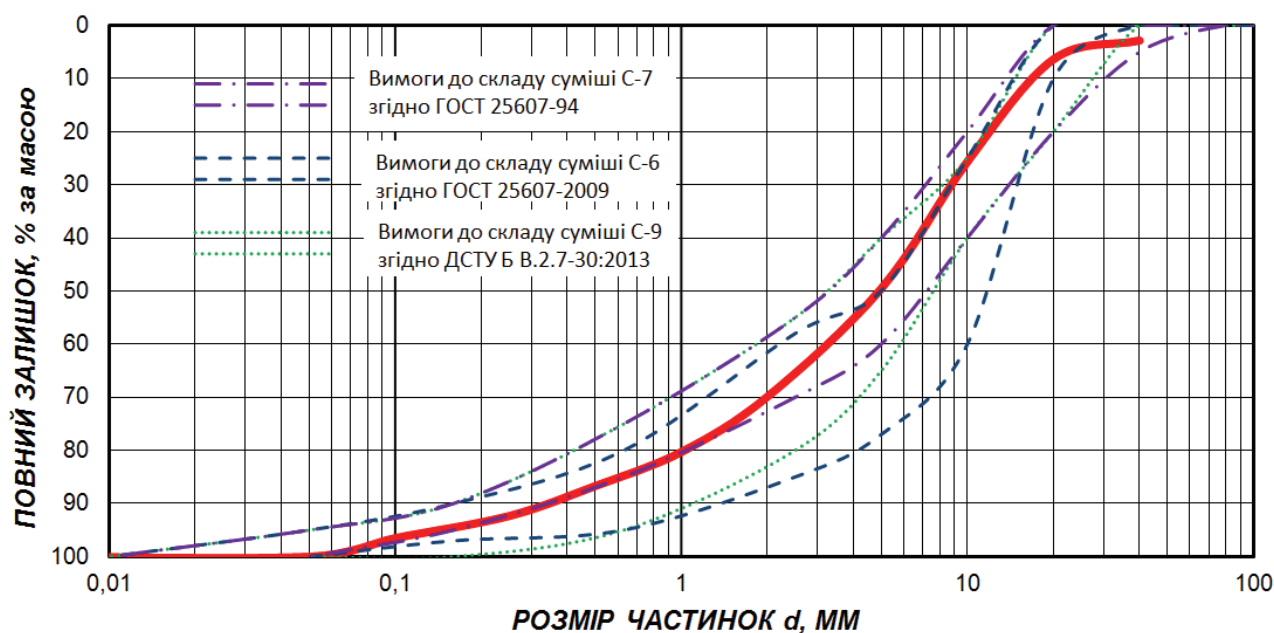


Рисунок 5 – Гранулометричний склад щебенево-піщаної суміші та відповідні їх вимоги згідно [4, 11, 12]

Таблиця 3 – Гранулометричний склад дослідної суміші та відповідні їй нормативні вимоги згідно [4, 11, 12]

Назва суміші	Повний залишок, % за масою, на ситах з розміром отворів, мм									
	40	20	10	5	2,5	0,63	0,16	0,05	<0,05	<0,001
С9 згідно ДСТУ Б В.2.7-30	-	0 - 20	25 - 40	40 - 65	55 - 80	75 - 95	90 - 100	95 - 100	-	-
С6 згідно ГОСТ 25607-2009	-	0 - 10	25 - 60	50 - 77	58 - 85	80 - 95	90 - 97	95 - 100	-	-
С7 згідно ГОСТ 25607-94	0 - 5	0 - 20	20 - 40	40 - 60	55 - 70	75 - 85	90 - 95	95 - 100	-	-
	40	20	10	5	2	1	0,5	0,25	0,1	<0,1
Дослідна суміш	2,86	6,38	25,67	49,54	69,89	80,30	86,71	92,35	96,51	100

Результати вимірювання несучої здатності на поверхні першого та другого шарів за визначеною схемою (рис. 4) зведено до таблиці 4.

Таблиця 4 – Результати вимірювання несучої здатності на поверхні шарів щебенево-піщаної суміші та щебеню

1 шар від ґрунтової основи (h=20 см)		2 шар від ґрунтової основи (h=20 см)		Примітки
Номер точки	Фактичний модуль пружності на поверхні основи, E_k , МПа	Номер точки	Фактичний модуль пружності на поверхні основи, E_k , МПа	
1	2	3	4	5
16	106	28	129	Ділянка 1 ЩПС С9 (фр. 0-40)
17	76	29	113	
18	92	30	111	
19	97	31	213	Ділянка 2 ЩПС С9 (фр. 0-40)
20	74	32	149	
21	81	33	129	
22	111	34	142	Ділянка 3 ЩПС С9 (фр. 0-40)
23	114	35	150	
24	89	36	128	

Продовження таблиці 4

1	2	3	4	5
25	149	37	189	Ділянка 4 ЩПС С5 (фр. 0-70)
26	100	38	202	
27	133	39	173	

Щоб оцінити відповідність шарів щебенево-піщаної суміші нормативним розрахунковим характеристикам за [6, 7, 10] необхідно виконати обернений розрахунок та перейти від загального модуля пружності на поверхні шару до фактичного модуля пружності шару ЩПС. Операцію виконано в програмному комплексі MathCad за допомогою функції «root». Використовувалась формула для розрахунку загального модуля пружності згідно [8] (4). Кінцева функція приймає наступний вигляд:

$$E_i = \text{root} \left[E_3 - \frac{\left[1,05 - 0,1 \frac{h_i}{D} \left(1 - \sqrt[3]{E_g/E_i} \right) \right] E_i}{0,71 \sqrt[3]{\frac{E_g}{E_i} \arctg \left(\frac{1,35(2h_i \sqrt[3]{\frac{E_i}{6E_g}})}{D} \right) + \frac{E_i}{E_{\text{заз}}^{(i+1)}} \cdot \frac{2}{\pi} \arctg \frac{D}{(2h_i \sqrt[3]{\frac{E_i}{6E_g}})}}}, E_i, E_{i_{\min}}, E_{i_{\max}} \right], \quad (4)$$

де E_3 – загальний модуль пружності на поверхні шару, МПа;

E_i – модуль пружності шару КДО, МПа;

i – номер шару КДО;

E_g – модуль пружності на поверхні шару основи або модуль пружності ґрунту, МПа;

h_i – товщина шару КДО, см;

D – діаметр відбитку колеса на поверхні покриття, см.

Результати розрахунку значень модулів пружності шарів основи зведено до таблиці 5.

Таблиця 5 – Результати розрахунку фактичних значень модулів пружності шарів дослідної конструкції дорожнього одягу

№ ділянки	Конструктивні шари	Товщина шару, см	№ шару	Модуль пружності шару E , МПа	Коеф. варіації, K_{var}
1	ЩПС С9 (фр. 0-40)	20	2	127,3	2,1
		20	1	118,7	7,83
	Суглинок	-	основа	51	11,84
2	ЩПС С9 (фр. 0-40)	20	2	228,2	43,13
		20	1	90,7	4,46
	Суглинок	-	основа	65	0,66
3	ЩПС С9 (фр. 0-40)	20	2	154,31	2,22
		20	1	119,2	4,48
	Суглинок	-	основа	74	9,85
4	ЩПС С 5 (фр. 0-70)	20	2	327,6	3,05
		20	1	197,3	18,93
	Суглинок	-	основа	54	10,79

Аналіз табл. 5 вказує, що фактичний модуль пружності шару ЩПС С9 відповідає розрахунковому $E=180$ МПа [6, 7, 10] лише на другій ділянці. Пояснюється це частково неоднорідністю ділянки внаслідок обмежених розмірів майданчику, а відповідно і нерівномірного ущільнення по площі, а також невеликої вибірки вимірювань. Однак простежується суттєва різниця, майже в два рази, в несучій здатності шарів ЩПС фр. 0-40 (1-3 ділянки) та шарів влаштованих із ЩПС С 5 фр. 0-70 (4-а ділянка). Таким чином від гранулометричного складу зернистих шарів дорожнього одягу та ступеня їх ущільнення залежить несуча здатність основи, а згідно ВБН В.2.3.218-186 [6] та ВБН В.2.3.218-008 [7] різниці немає, оскільки згідно [6] розрахунковий модуль пружності шару для всіх типів сумішей за [4] не змінюється і становить $E=180$ МПа.

Висновки

1. У статті проаналізовано чинні нормативні документи, що стосуються виготовлення щебенево-піщаних сумішей, влаштування конструктивних шарів основи та встановлення їх розрахункових характеристик.

2. Результати випробування ґрунту у природному стані та після ущільнення свідчать про вплив структурних зв'язків на несучу здатність ґрунтової основи. При зменшенні кількості пор внаслідок ущільнення, але при руйнуванні структурних зв'язків, може знижуватися несуча здатність (табл. 2, ділянка 4, номер вимірювання 15). При ущільненні піщаних ґрунтів у природному заляганні спостерігається зворотній процес – розущільнення у верхніх шарах (табл. 2, ділянка 2, номер вимірювання 9).

3. Визначено недоліки існуючих норм, які спонукають до проведення ряду випробувань в рамках науково-дослідних робіт для встановлення реальних розрахункових характеристик та внесення відповідних змін у нормативні документи. Основний принцип при проектуванні доріг має бути призначення несучої здатності основи (фундаменту) на рівні не менше 120 ... 150 МПа при використанні зернистих шарів. Безумовне забезпечення несучої здатності основи на етапі влаштування основи та перевірка її при контролі якості та технічному нагляді є основою забезпечення надійності та довговічності конструкцій дорожнього одягу із зернистими шарами в основі.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Дмитриченко М.Ф., Дмитрієв М.М., Гамеляк І.П., Райковський В.Ф., Якименко Я.М. Надійність конструкцій дорожнього одягу / М.Ф. Дмитриченко, М.М. Дмитрієв, І.П. Гамеляк, В.Ф. Райковський, Я.М. Якименко // - Навч. посібник. К.: НТУ. – 2012. – 206 с.

2. Капур К., Ламберсон Л. Надежность и проектирование систем / К. Капур, Л. Ламберсон // М.: Мир. - 1980.

3. Ржаницын А.Р. Теория расчета строительных конструкций на надежность / А.Р. Ржаницын // М.: Стройиздат., - 1978. - 239 с.

4. ДСТУ Б В.2.7-30-2013 «Матеріали нерудні для щебених і гравійних основ та покриттів автомобільних доріг».

5. ДБН В.2.3-4 «Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво».

6. ВБН В.2.3.218-186 «Дорожній одяг нежорсткого типу».

7. ВБН В.2.3.218-008 «Проектування і будівництво жорстких та з жорсткими прошарками дорожніх одягів».

8. ВСН 46-83 «Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа».

9. ВСН 197-91 «Инструкция по проектированию жестких дорожных одежд».

10. ОДН 218.046-01 «Проектирование нежестких дорожных одежд».

11. ГОСТ 25607-94 «Смеси щебеночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов».

12. ГОСТ 25607-2009 «Смеси щебеночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов».

13. TP BF –StB Part B 8.3 Dynamic Plate-Load Testing with the Aid of the Light Drop-Weight Tester.

REFERENCES

1. Dmitrichenko M.F., Dmitriev M.M., Gamelyak I.P., Raykovskij V.F., Yakimenko J.M. Reliability of pavement construction. National Transport University. Kyiv. 2012. 206 p. (Ukr)

2. Kapur K., Lamberson L. Reliability and design of systems. Mir. Moscow. 1980. (Rus)

3. Rzhanicyn A.R. The theory of reliability calculation for building constructions. Strojizdat. Moscow. 1978. 239 p. (Rus)

4. DSTU B V.2.7-30-2013 Non-metallic materials for crushed stone and gravel bases and road pavements. (Ukr)

5. DBN V.2.3-4 Constructions for transport. Highways. Part I. Design. Part II. Construction. (Ukr)

6. VBN V.2.3.218-186 Flexible road constructions. (Ukr)

7. VBN V.2.3.218-008 Design and construction of rigid road constructions and with rigid layers. (Ukr)

8. VSN 46-83 Instructions for flexible road pavements design. (Rus)

9. VSN 197-91 Instructions for rigid road pavements design. (Rus)

10. ODN 218.046-01 Flexible road pavements design. (Rus)

11. GOST 25607-94 Crushed stone-gravel-sand mixtures for road and airfield pavements and bases. (Rus)

12. GOST 25607-2009 Crushed stone-gravel-sand mixtures for road and airfield pavements and bases.
(Rus)
13. TP BF – StB Part B 8.3 Dynamic Plate-Load Testing with the Aid of the Light Drop-Weight Tester.

РЕФЕРАТ

Гамеляк І.П. Про необхідність встановлення розрахункових характеристик зернистих сумішей для основ дорожніх одягів / І.П. Гамеляк, Д.В. Волошук // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

В статті аналізуються сучасні нормативні документи, що встановлюють розрахункові характеристики для зернистих шарів на прикладі дослідного вимірювання несучої здатності ґрунту основи та шарів щебенево-піщаної суміші при спорудженні конструкції дорожнього одягу жорсткого типу.

Об'єкт дослідження – розрахункові характеристики зернистих сумішей для влаштування шарів основи дорожнього одягу.

Мета роботи – експериментальне визначення та обґрунтування необхідності встановлення розрахункових характеристик зернистих шарів основи.

Метод дослідження – статистичний та аналітичний аналіз результатів вимірювань несучої здатності на поверхні шарів дорожнього одягу.

Понад 95 % автомобільних доріг України в основі мають неукріплені зернисті шари. Від їх якості та несучої здатності залежить надійність та довговічність конструкцій дорожнього одягу (КДО) в цілому. Надійність КДО задається на етапі проектування та розрахунку, забезпечується при спорудженні та підтримується в процесі експлуатації. Стадія проектування є ключовим етапом, а об'єктивно задані розрахункові та відповідні їм статистичні характеристики формують загальну надійність споруди. На сьогоднішній день існує ряд вимог до матеріалів щебених і гравійних основ, але відсутні їх розрахункові характеристики, що не дає можливості виконувати об'єктивний розрахунок.

Результати статті можуть бути впроваджені при проектуванні та розрахунку конструкцій дорожнього одягу та забезпеченні їх надійності.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – забезпечення надійності конструкцій дорожніх одягів на етапі проектування та розрахунку.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ОСНОВА, ЗЕРНИСТІ ШАРИ, ВИМІРЮВАННЯ, НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ, РОЗРАХУНОК, БУДІВНИЦТВО, НАДІЙНІСТЬ.

ABSTRACT

Gamelyak I.P., Voloshchuk D.V. About the necessity of determination the granular mixtures design characteristics for bases of road pavements. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

The article analyzes the modern normative documents which establish calculated characteristics for granular layers on the example of experimental bearing capacity measuring of soil foundation and granular mixture layers during the rigid pavement construction.

Object of the study – granular mixtures calculated characteristics for bases layers.

Purpose of the study – experimental determination and justification of the need to calculated characteristics establishing for granular layers.

Method of the study – statistical and analytical analysis of bearing capacity measurements on the pavement layers surface.

Over 95% of roads in Ukraine are based on unfortified granular layers. Their quality and bearing capacity depends on the reliability and durability of pavements in general. Pavement reliability sets at the design and calculation phase, provides during construction and maintains in operation. Designing phase is a key stage, objectively established calculated and corresponding statistical characteristics forms the overall reliability of pavement. Nowadays, there are a number of requirements for granular materials, but there is no calculated characteristics that makes it impossible to carry out an objective calculation.

The results of the article can be implemented during pavements designing and calculation and also ensuring their reliability.

Forecast assumptions about the object of study – ensuring the reliability of pavements during its design and calculation.

KEY WORDS: BASE, GRANULAR LAYERS, MEASUREMENT, BEARING CAPACITY, CALCULATION CONSTRUCTION, RELIABILITY.

РЕФЕРАТ

Гамеляк И.П. О необходимости определения расчетных характеристик зернистых смесей для оснований дорожных одежд / И.П. Гамеляк, Д.В. Волощук // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье анализируются современные нормативные документы, назначающие расчетные характеристики для зернистых слоев на примере исследовательского измерения несущей способности грунтового основания и слоев щебеночно-песчаной смеси при сооружении конструкции дорожной одежды жесткого типа.

Объект исследования – расчетные характеристики зернистых смесей для устройства слоев основания дорожной одежды.

Цель работы – экспериментальное определение и обоснование необходимости назначения расчетных характеристик для зернистых слоев основания.

Метод исследования – статистический и аналитический анализ результатов измерений несущей способности на поверхности слоев дорожной одежды.

Более 95% автомобильных дорог Украины в основе имеют неукрепленные зернистые слои. От их качества и несущей способности зависит надежность и долговечность конструкций дорожной одежды (КДО) в целом. Надежность КДО задается на этапе проектирования и расчета, обеспечивается при сооружении и поддерживается в процессе эксплуатации. Стадия проектирования является ключевым этапом, а объективно заданные расчетные и соответствующие им статистические характеристики формируют общую надежность сооружения. На сегодняшний день существует ряд требований к материалам щебеночных и гравийных оснований, но отсутствуют их расчетные характеристики, что не позволяет выполнять объективный расчет.

Результаты статьи могут быть внедрены при проектировании и расчете конструкций дорожной одежды и обеспечении их надежности.

Прогнозные предположения о развитии объекта исследования - обеспечение надежности конструкций дорожных одежд на этапе проектирования и расчета.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ОСНОВАНИЕ, ЗЕРНИСТЫЕ СЛОИ, ИЗМЕРЕНИЕ, НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ, РАСЧЕТ, СТРОИТЕЛЬСТВО, НАДЕЖНОСТЬ.

АВТОРИ:

Гамеляк Ігор Павлович, доктор технічних наук, професор Національний транспортний університет, професор кафедри аеропорти, e-mail: gip65@mail.ru, тел. +380503524124, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1.

Волощук Денис Вікторович, аспірант кафедри аеропорти Національний транспортний університет, e-mail: den-voloshchuk@ya.ru, тел. +380934615917, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1.

AUTHORS:

Gameliak Igor P., PhD, Professor of National Transport University, Professor department of airports, e-mail: gip65@mail.ru, tel. +380503524124, Ukraine, 01010, Kyiv, str. Suvorov 1.

Voloshchuk Denys V., Postgraduate Department of National Transport University, department of airports, e-mail: den-voloshchuk@ya.ru, тел. +380934615917, Ukraine, 01010, Kyiv, str. Suvorov 1.

АВТОРЫ:

Гамеляк Игорь Павлович, доктор технических наук, профессор Национальный транспортный университет, профессор кафедры аэропорты, e-mail: gip65@mail.ru, тел. +380503524124, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1.

Волощук Денис Викторович, аспирант кафедры аэропорты Национальный транспортный университет, e-mail: den-voloshchuk@ya.ru, тел. +380934615917, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Вирожемський В.К., кандидат технічних наук, перший заступник директора з наукової роботи ДП «ДерждорНДІ», Київ, Україна.

Павлюк Д.О., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри проектування доріг, геодезії та землеустрою, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Vyrozhemsky V.K., Ph.D., deputy director in “DerzhdorNDI”, Kyiv, Ukraine.

Pavliuk D.O., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Transport University head of the Road Design, Geodesy and Land Management Chair, Kyiv, Ukraine.

ТОРСІОННІ КОЛИВАННЯ ГЛИБОКИХ БУРИЛЬНИХ КОЛОН
У В'ЯЗКОМУ РІДКОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Глазунов С.М., Національний транспортний університет, Київ, Україна

TORSION AUTOVIBRATIONS OF DEEP DRILL STRINGS
IN VISCOUS LIQUID MEDIUM

Glazunov S.N., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ТОРСИОННЫЕ КОЛЕБАНИЯ ГЛУБОКИХ БУРИЛЬНЫХ КОЛОНН
В ВЯЗКОЙ ЖИДКОЙ СРЕДЕ

Глазунов С.Н., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми. В останні роки намітилась світова тенденція до збільшення потреби в енергетичних ресурсах, що призводить до помітного попиту на вуглеводневі палива. Тому особливої актуальності набувають питання інтенсифікації їх видобутку з великих глибин і забезпечення високого рівня їх підняття.

В даній роботі досліджуються пружні крутильні автоколивання глибокої бурильної колони, які викликані нелінійною залежністю прикладеного до долота крутного моменту сил тертя (різання). Аналізуються моделі автоколивань бурильних колон, побудовані в формі пружних торсіонних маятників в рідкому середовищі. Досліджуються ефекти критичних переходів (біфуркацій Хопфа) від станів стаціонарного обертання системи до пружних автоколивань і назад. Показано, що форми цих автоколивань суттєво відрізняються від гармонічних (томсонівських) і мають релаксаційний характер, що полягає в чергуванні швидких і повільних рухів.

Аналіз досліджень і публікацій. Крутильні автоколивання доліт бурильних колон (БК) є проявом одного з найбільш загальних ефектів механіки, що пов'язаний з генеруванням автоколивань при реалізації біфуркації Хопфа. Ці коливання і стійкість БК більш детально розглянуті в роботах [2,10-16,18]. Проте оскільки у хвильовій моделі не враховувались фрикційні ефекти, обумовлені оточенням БК в'язкою рідиною, було вказано на необхідність розробки дисипативної моделі. Вона була запропонована в [3] з використанням основних положень теорії в'язкої рідини [1, 4 – 9]. Нижче обговорюються ще одна дисипативна модель.

Метою статті є розробка математичної моделі торсіонних автоколивань бурильної колони в дисипативному середовищі.

В загальному випадку, при побудові такої моделі необхідно виходити з рівняння динаміки крутіння стержня, зануреного в рідину

$$GI \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} - k \left(\omega + \frac{\partial \varphi}{\partial t} \right) - \rho I \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} = 0 \quad (0 \leq z \leq L) \quad (1)$$

Тут φ – кут пружного закручування елемента труби БК; G – модуль пружності матеріалу труби при зсуві; ω – кутова швидкість обертання труби; k – коефіцієнт, що враховує в'язке тертя в рідині; I – полярний момент інерції площі перерізу труби; z – осьова координата; L – довжина БК; t – час.

Для рівняння (1) записуються граничні умови

$$\varphi(0) = 0, \quad M^{ин}(L) + M^{уп}(L) + M^{тр}(L) = 0, \quad (2)$$

де $M^{ин}(L)$ – момент сил інерції, які діють на долото; $M^{уп}(L)$ – пружний крутний момент, що передається на долото з боку БК; $M^{тр}(L)$ – момент сил тертя, який задається діаграмою різання для даної пари долота і породи.

Ці моменти обчислюються за формулами

$$M^{iu}(L) = -J\ddot{\phi}(L), \quad M^{yp}(L) = GI \cdot \partial\phi / \partial z \Big|_{z=L}, \quad (3)$$

де J – момент інерції долота відносно Oz .

Вид функції $M^{mp}(\omega + \dot{\phi})$ залежить від міцності породи, що оброблюється, а також від конструкції і ступеня зношеності різців долота. В граничних випадках для деяких видів матеріалів, що піддаються обробці, в зоні екстремуму функція тертя стає ламаною, а спадна (зростаюча) ділянка перетворюється у вертикальний відрізок. Тим не менш вважається, що навіть якщо для кожного різця

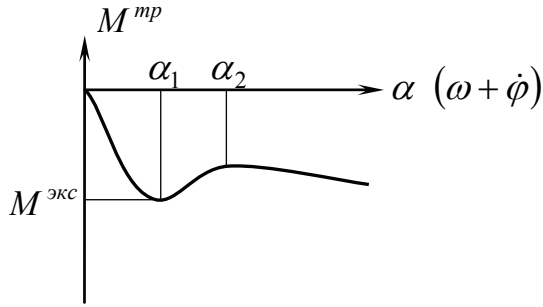


Рисунок 1 – Діаграма моменту сил тертя.

долота функція різання має вигляд, ламаної кривої, сумарна функція моменту сил тертя $M^{mp}(\omega + \dot{\phi})$ для всього долота в результатах усереднення по всіх різцям, що містяться на його поверхні, набуває більш гладкої форми, показаної на рис. 1.

Розглянемо динаміку торсійних рухів всієї бурильної колони і долота під дією моменту сил пружності M^{np} ; розподілених моментів m^{mep} сил в'язкого тертя, що діють на елементи БК; моменту сил різання породи M_b^{mep} ; розподілених моментів m^{iu} сил інерції, діючих на елементи БК; моменту M_b^{iu} сил інерції, що діють на долото [1].

Тоді рівняння коливань системи можна представити у вигляді

$$M_{ds}^{iu} + M_b^{iu} + M_{ds}^{mep} + M_b^{mep} + M_{ds}^{np} = 0. \quad (4)$$

Тут момент всіх сил інерції, прикладених до бурильної колони, дорівнює

$$M_{ds}^{iu} = \int_0^L m^{iu} dz = - \int_0^L \rho I \ddot{\phi}(z) dz = - \int_0^L \rho I \frac{\ddot{\phi}_b}{L} z dz = - \frac{\rho I \ddot{\phi}_b L^2}{2L} = - \frac{1}{2} \rho I L \ddot{\phi}_b, \quad (5)$$

момент сил інерції долота складає

$$M_b^{iu} = -J\ddot{\phi}_b, \quad (6)$$

момент всіх сил тертя, прикладених до бурильної колони, підраховується так

$$M_{ds}^{mep} = \int_0^L m^{mep} ds = - \int_0^L \mu \left(\omega + \frac{\dot{\phi}_b}{L} z \right) dz = -\mu\omega L - \frac{1}{2} \mu L \dot{\phi}_b, \quad (7)$$

момент сил тертя, прикладених до долота, визначається рівністю

$$M_b^{mep} = M_b^{mep}(\omega + \dot{\phi}_b), \quad (8)$$

момент сил пружності, прикладений до бурильної колони, обчислюється за формулою

$$M_{ds}^{np} = -GI \frac{\partial\phi}{\partial z} = -GI \frac{\phi_b}{L}. \quad (9)$$

Враховуючи (5) – (9), отримаємо з рівняння (4)

$$- \left(J + \frac{1}{2} \rho I L \right) \ddot{\phi}_b + M_b^{mep}(\omega + \dot{\phi}_b) - \mu\omega L - \frac{1}{2} \mu L \dot{\phi}_b - \frac{GI}{L} \phi_b = 0. \quad (10)$$

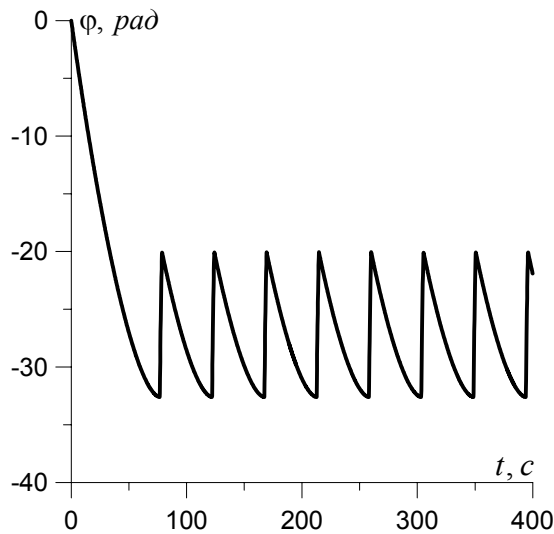


Рисунок 2 – Графік крутильних автоколивань долота в стані втрати граничного циклу ($L = 1000$ м, $k = 5 \cdot 10^{-3}$ Н · с, $\omega_e = 3,47$ рад/с).

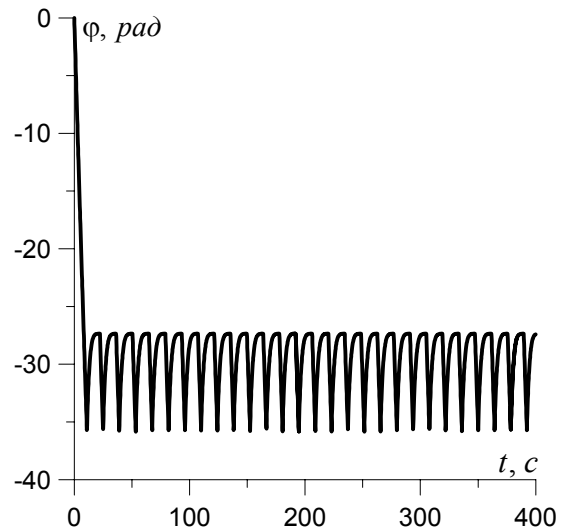


Рисунок 3 – Графік крутильних автоколивань долота в стані втрати граничного циклу ($L = 1000$ м, $k = 10$ Н · с, $\omega_e = 3,47$ рад/с).

Для встановлення особливостей явища самозбудження торсіонних коливань БК без урахування сил її в'язкого тертя з оточуючим її потоком промивної рідини виконано чисельне моделювання обертання сталі колони з параметрами $L = 1000$ м, $I = 3,12 \cdot 10^{-5}$ м⁴, $J = 3,1$ кг · м², $\rho = 7,8 \cdot 10^3$ кг/м³ в діапазоні зміни кутової швидкості $0 \leq \omega \leq 4$ рад/с. Прийнята форма залежності

$M^{mp}(\omega + \dot{\varphi})$ показана на рис. 1 при $M^{экс} = -82500$ Н · м, $\alpha_1 = 0,72$ рад/с, $\alpha_2 = 3,8$ рад/с.

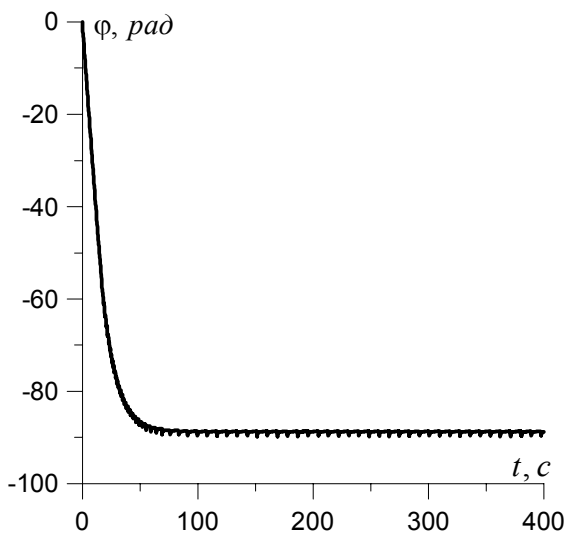


Рисунок 4 – Графік крутильних автоколивань долота в стані втрати граничного циклу ($L = 1000$ м, $k = 100$ Н · с, $\omega_e = 3,47$ рад/с).

Дослідження автоколивань БК за допомогою даної моделі показало, що вагомий вплив на автоколивальний процес здійснює момент сил тертя, прикладений до долота, а дією сил в'язкого тертя промивної рідини на трубу БК для реальних значень $k = 5 \cdot 10^{-3}$ Н · с можна знехтувати. В зв'язку з цим була поставлена задача про визначення тенденції впливу значення k на автоколивальний процес и визначення величини k , при яких цей вплив стає помітним. Результати досліджень представлені на рис. 2-4.

На рис. 2 представлена діаграма залежності кута пружного закручування БК від часу при $k = 5 \cdot 10^{-3}$ Н · с, $\omega_e = 3,47$ рад/с. На рис. 3, 4 – графік зміни кута φ при $k = 10$ Н · с і $k = 100$ Н · с відповідно. Такі великі коефіцієнти сил в'язкого тертя в природі не зустрічаються, але можемо

бачити, що навіть в цих випадках крутильні коливання залишаються релаксаційними, проте змінюється їх характер.

В результаті досліджень виявлено найбільш деструктивний ефект, що супроводжує коливання. Він пов'язаний з режимом руху долота "застій-ковзання". При "застой", коли швидкість обертання долота практично рівна нулю, бурильна колона продовжує обертатись в своїй верхній частині, і в ній накопичується енергія пружних деформацій, достатня для продовження різання породи. Потім

відбувається швидке локальне руйнування породи в зоні її контакту з різцями, долото "зривається" і починає "ковзати" з кутовою швидкістю, яка в декілька разів перевищує швидкість її обертання в штатному режимі. Ці різкі удари можуть викликати руйнування різців долота або, принаймні, прискорити їх затуплення в абразивному середовищі породи. В більш тяжких випадках вони можуть також супроводжуватись руйнуванням інших елементів БК або зниженням загальної ефективності буріння. Як показує практика, негативні ефекти, що відбуваються в бурильній конструкції, ще більше посилюються із псуванням доліт.

Робота виконана в рамках держбюджетної теми 0112U000137 «Математичне моделювання процесів безаварійного буріння в сланцевих породах і в шельфових зонах морських акваторій»

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Глазунов С.М. Консервативні і дисипативні моделі торсійних автоколивань колон глибокого буріння / С.М. Глазунов // Вісник НТУ. – 2013. – № 28, частина 2. – С. 88 – 94.
2. Гуляев В.И. Квантованные аттракторы в волновых моделях торсионных колебаний колонн глубокого бурения / В.И. Гуляев, О.В. Глушак, С.Н. Худолий. // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела.-2010. - №2. С. 134-147.
3. Гуляев В.И. Математична модель крутильних автоколивань бурильної колони в рідких середовищах / В.И. Гуляев, О.В. Глушак, С.М. Глазунов // Вісник НТУ. – 2012. – № 26, частина 2. – С. 413 – 419.
4. Дмитриченко Н.Ф. Эластогидродинамика: теория и практика./ Н.Ф. Дмитриченко – Львів, Львівська політехніка, 2000. – 224 с.
5. Костецкий Б.И. Механико-химические процессы при граничном трении. / Б.И. Костецкий, М.Э. Натансон, Л.И. Бершадский – М.: Наука, 1972. – 173 с.
6. Лодж А. Эластичные жидкости / А. Лодж // М.: Наука, 1969. – 463с.
7. Мирзаджанадзе А.Х. Гидравлика глинистых и цементных растворов. / А.Х. Мирзаджанадзе, А.А. Мирзоян, Г.М. Гевинян, М.К. Сейдрза – М.: Недра, 1966. – 386с.
8. Рабинович М.К. Введение в теорию колебаний и волн / М.К. Рабинович, Д.И. Трубецков – М.: Наука, 1984.-432с.
9. Уилкинсон У.Л. Неньютоновские жидкости. / У.Л. Уилкинсон – М.: Мир, 1964. – 318с.
10. Ford Brett J. The genesis of torsional drillstring vibrations // SPE Drilling Engineering. – 1992, v.7, September. – P. 168-174.
11. Gulyayev V.I. Free vibrations of drill strings in hyper deep vertical bore-wells / V.I. Gulyayev, O.I. Borshch // Journal of Petroleum Science and Engineering. – 2011. – V.78, - P. 759-764.
12. Gulyayev V.I. The buckling of elongated rotating drill strings / V.I. Gulyayev, V.V. Gaidaichuk, I.L. Solovjov, I.V. Gorbunovich // Journal of Petroleum Science and Engineering. – 2009. – 67. – P.140-148.
13. Gulyayev V.I. The computer simulation of drill column dragging in inclined bore-holes with geometrical imperfections / V.I. Gulyayev, S.N. Hudoly, L.V. Glovach // International Journal of Solids and Structures. – 2011. – V.48. – P.110–118.
14. Gulyayev V.I. Sensitivity of resistance forces to localized geometrical imperfections in movement of drill strings in inclined bore-holes / V.I. Gulyayev, S.V. Khudoliy, E.N. Andrusenko // Interaction and Multiscale Mechanics. – 2011. – V.4. – No.1. – P.1-16.
15. Gulyayev V. Large-scale and small-scale self-excited torsional vibrations of homogeneous and sectional drill strings / V.Gulyayev, O. Glushakova.// Interaction and Multiscale Mechanics. — 2011. – V. 4, №4. – P. 139 – 152.
16. Gulyayev V.I. Simulation of torsion relaxation auto-oscillations of drill string bit with viscous and Coulombic friction moment models. / V.I. Gulyayev, S.N. Hudoliy, O.V. Glushakova. // Journal of Multi-body Dynamics. — 2011. – V.225, - P. 139 – 152.

REFERENCES

1. Glazunov S.M. Conservative and dissipative models of torsion autovibrations of deep drill strings. Visnyk NTU. 2013. V. 28, №2. P. 88 – 94. (Ukr)
2. Gulyayev V.I., Glushakova O.V., Hudoliy S.N. Quantized attractors in wave models of torsion vibrations of deep drill strings. Известия Российской академии наук. Mechanics of Solids. 2010. V.2, No.2. P. 134 – 147. (Rus).
3. Gulyayev V.I., Glushakova O.V., Glazunov S.N. Mathematic model of torsional autovibrations of drill strings in liquid media. Visnyk NTU. 2012. V. 26, №2. P. 413 – 419. (Ukr)

4. Dmitrichenko N.F. Elasto-hydro-dynamics: theory and practice. Lviv, Lvivska politehnica. 2000. 224 p. (Rus)
5. Kosteckiy B.I., Natanson M.E., Bershadslly L.I. Mechanic-chemical processes in limit friction. Moskva: Nauka. 1972. 173 p. (Rus)
6. Lodj A. Elastic liquids. Moskva: Nauka. 1969. 463 p. (Rus)
7. Mirzajanadze A.H., Mirzoyan A.A., Gevinyan G.M., Seydrza M.K. Hydraulics of clayey and cement solutions. Moskva: Nedra. 1966. 386p. (Rus)
8. Rabinovich M.K., Trubeckov D.I. Introduction of non-linear vibrational systems with energy source. Moskva: Nauka. 1984. 432 p. (Rus)
9. Uilkinson U.L. Non-newtonian liquids. Moskva: Mir. 1964. 318p. (Rus)
10. Ford Brett J. The genesis of torsional drillstring vibrations. SPE Drilling Engineering. 1992. v.7, September. P. 168-174.
11. Gulyayev V.I., Borshch O.I. Free vibrations of drill strings in hyper deep vertical bore-wells. Journal of Petroleum Science and Engineering. 2011. V.78. P. 759-764.
12. Gulyayev V.I., Gaidaichuk V.V., Solovjov I.L., Gorbunovich I.V. The buckling of elongated rotating drill strings. Journal of Petroleum Science and Engineering. 2009. V. 67. P.140-148.
13. Gulyayev V.I., Hudoly S.N., Glovach L.V. The computer simulation of drill column dragging in inclined bore-holes with geometrical imperfections. International Journal of Solids and Structures. 2011. V.48. P.110–118.
14. Gulyayev V.I., Khudoliy S.V., Andrusenko E.N. Sensitivity of resistance forces to localized geometrical imperfections in movement of drill strings in inclined bore-holes. Interaction and Multiscale Mechanics. 2011. V.4, No.1. P. 1-16.
15. Gulyayev V., Glushakova O., Large-scale and small-scale self-excited torsional vibrations of homogeneous and sectional drill strings. Interaction and Multiscale Mechanics. 2011. V. 4, №4. P. 139 – 152.
16. Gulyayev V.I., Hudoliy S.N., Glushakova O.V. Simulation of torsion relaxation auto-oscillations of drill string bit with viscous and Coulombic friction moment. Journal of Multi-body Dynamics. 2010. V.225. P. 139 – 152.
17. Gulyayev V.I., Shevchuk L.V. Nonholonomic dynamics of drill string bit whirling in a deep bore-hole. Journal of Multi-body Dynamics. 2013. V.227, №3. P. 234 – 244

РЕФЕРАТ

Глазунов С.М. Торсіонні коливання глибоких бурильних колон у в'язкому рідкому середовищі. / С.М. Глазунов // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

Поставлено задачу про самозбудження крутильних коливань бурильної колони, що обертається в рідкому середовищі глибокої свердловини.

Обговорюється модель механічної взаємодії бурильної колони з в'язкою рідиною, що оточує її, побудовані розв'язувальні рівняння з частинними і звичайними похідними. Розроблена методика їх розв'язання. В результаті проведеного комп'ютерного моделювання встановлено, що автоколивання є релаксаційними і функції, що їх описують, мають ділянки швидких та повільних рухів.

Результати моделювання можуть бути використані при розробці технології буріння глибоких нафтових і газових свердловин.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: БУРИЛЬНА КОЛОНА, ТОРСІОННІ АВТОКОЛИВАННЯ, СИЛИ В'ЯЗКОГО ТЕРТЯ, МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ, БІФУРКАЦІЯ ХОПФА, ШВИДКІ І ПОВІЛЬНІ РУХИ.

ABSTRACT

Glazunov S.M. Torsion autovibrations of deep drill strings in viscous liquid medium. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

The problem about self-excitation of torsion vibration of a drill string in a vertical cylindrical cavity of a bore-hole with liquid medium is stated.

The model of the drill string interaction with ambient viscous liquid is discussed. The constitutive nonlinear differential equations with partial and ordinary derivatives are formulated. The algorithm for numeric integration of this equation by spatial and time variables is proposed. It is shown that the autovibrations are of relaxation type and have the segments of fast and slow motions.

The results of the article can be inculcated into the practice of deep bore-hole drilling.

KEYWORDS: DRILL STRING, TORSION AUTOVIBRATIONS, VISCOUS FRICTION FORCES, MATHEMATIC MODELS, HOPF'S BIFURCATION, FAST AND SLOW MOTIONS.

РЕФЕРАТ

Глазунов С.Н. Торсионные колебания глубоких бурильных колонн в вязкой жидкой среде. / С.Н. Глазунов // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

Поставлена задача о самовозбуждении крутильных колебаний вращающейся бурильной колонны в жидкой среде глубокой скважины.

Обсуждается модель механического взаимодействия бурильной колонны с окружающей ее вязкой жидкостью, построены разрешающие уравнения в частных и обычных производных. Разработана методика их решения. В результате проведенного компьютерного моделирования установлено, что автоколебания являются релаксационными и описывающие их функции имеют участки быстрых и медленных движений.

Результаты моделирования могут быть использованы при разработке технологии бурения глубоких нефтяных и газовых скважин.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: БУРИЛЬНАЯ КОЛОННА, ТОРСИОННЫЕ АВТОКОЛЕБАНИЯ, МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ.

АВТОР:

Глазунов Сергій Миколайович, аспірант, Національний транспортний університет, e-mail: s.glazunov@smart-energy.com.ua, тел. +380503033569, Україна, 01010, м. Київ, вул. Кіквідзе 42, к. 511.

AUTHOR:

Glazunov Sergey Nikolayevich, post-graduate student, National Transport University, e-mail: s.glazunov@smart-energy.com.ua, tel. +380503033569, Ukraine, 01010, Kyiv, Kikvidze str. 42, of. 511.

АВТОР:

Глазунов Сергей Николаевич, аспирант, Национальный транспортный университет, e-mail: s.glazunov@smart-energy.com.ua, тел. +380503033569, Украина, 01010, г. Киев, ул. Киквидзе 42, к. 511.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Рассказов О.О., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри теоретичної механіки, Київ, Україна.

Гайдайчук В.В., доктор технічних наук, професор, Київський національний університет будівництва і архітектури, завідувач кафедри теоретичної механіки, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Rasskazov O.O., Dr. Sc., Professor, National Transport University, head of the Department of Theoretical Mechanics, Kyiv, Ukraine.

Gaidachuk V.V., Dr. Sc., Professor, Kyiv National University of Structures and Architecture, head of the Department of Theoretical Mechanics, Kyiv, Ukraine.

РЕЛАКСАЦІЙНІ АВТОКОЛИВАННЯ КРУТІННЯ ГЛИБОКИХ БУРИЛЬНИХ КОЛОН

Глушакова О.В., кандидат фізико-математичних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

RELAXATIONAL TORSIONAL AUTOVIBRATIONS OF DEEP DRILL STRINGS

Glushakova O.V., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine

РЕЛАКСАЦИОННЫЕ АВТОКОЛЕБАНИЯ КРУЧЕНИЯ ГЛУБОКИХ БУРИЛЬНЫХ КОЛОНН

Глушакова О.В., кандидат физико-математических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина.

Statement of the problem.

Autovibration of dynamical systems is one of the most widespread self-organization phenomena in nature. It can play both the positive and negative roles in many devices, beginning, for example, from bow and wind musical instruments and to complex objects of modern industry and electronic technical equipment. The simplest and clearest model, illustrating the process of mechanical autovibration generating, is the 1 DOF oscillator including a conveyor belt with a load on it, restrained by elastic weightless spring [1]. Between the belt and load, the conditions of nonlinear frictional interaction are realized, which at certain constant values of the belt velocity v cause self-excitation of periodic reciprocating motions of the weight. Owing to its simplicity, this system was exhaustively investigated for different laws of nonlinear friction and elastic extension-compression of the spring. With its use, some general regularities of the autovibrational process self-excitation and proceeding were established.

But the considered model undergoes qualitative alterations if the spring is long. Then, its mass may be comparable or even larger the body mass, it ceases to be a simple elastic element, and becomes an elastic waveguide transmitting longitudinal extension-compression waves. Such device should be simulated by distributed systems with vibrations possessing modes arranged in an ordered (wave) fashion. In practice, such phenomena may appear, for example, in towing a transport facility on a water or solid surface.

Analysis of Publications. Similar processes also occur in the devices of deep drilling [2,3]. At the drill string extraction from the bore-hole cavity, the drill bit grates with its surface and the string begins to play the role of a waveguide. However, apparently the most distinctive autovibrational wave processes are generated in drilling the deep vertical bore-holes [4-9]. When, as a result of non-linear frictional interaction between the rotating bit and the near bottom surface of the well, the bit begins to commit torsional vibrations and torsional waves begin to propagate along the drill string. Analysis of these vibrations was performed on the basis of the non-linear model of torsional wave pendulum in [10]. It was shown in this reference that the self-oscillations were realized inside some diapason of change of the system rotation velocity and transitions from stationary rotations to periodic rotational motions were accomplished in the forms of the Hopf bifurcations [1].

The basic attention is paid to the systems with small inertance where the vibrating body mass is much less the waveguide inertance. In this connection, the constructed differential equation has the small parameter before the senior (second) derivative. The equations of this type are called singularly perturbed [11,12]. Their solutions have the shapes of saw-tooth functions and the vibrations described by them are called relaxational [13]. The second feature of the constructed solutions consists in the fact that the velocity function of the vibrating body has the quantized character in time with the quantum duration equaled the duration of the waveguide double length running by the wave [14].

Constitutive equation.

For the purpose of theoretical simulating the phenomenon of self-excitation of a waveguide vibration, the wave model of a dragging device with elastic cable of length L is used. It should be remarked that this model can be easily extended to other mechanic or electronic waveguide systems. In the considered case the right-hand end of the cable is considered to move with constant velocity v along the immovable OX axis. The longitudinal vibrations of the dragged body are excited through its frictional interaction with the horizontal surface.

To describe the body motion, introduce also the O_1x axis moving with speed v . Then, the distance travelled by the body along the Ox axis is $vt + u(0, t)$, where vt is the distance covered by the O_1 point; t is the time; $u = u(x, t)$ is the elastic displacement of the cable element along the O_1x axis.

By treating the elastic cable as an elastic waveguide, its axial vibrations can be described by the wave equation

$$\rho A \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - EA \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0 \quad (1)$$

where A is the cross-section area of the cable, ρ is its material density, and E is its elasticity modulus.

Eq. (1) can be brought to the standard form:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \alpha^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0 \quad (2)$$

Here $\alpha = \sqrt{E / \rho}$ is the velocity of the longitudinal wave.

The solution to Eqs. (1), (2) is

$$u(x, t) = f(x - \alpha t) + g(x + \alpha t) \quad (3)$$

expressed through the phase variables $x - \alpha t$ and $x + \alpha t$. In Eq. (3), $f(x - \alpha t)$ is the longitudinal elastic wave emanated towards right end $x = L$ from the body, $g(x + \alpha t)$ is the wave propagating to the body from the right end $x = L$ of the cable.

Since the end $x = L$ is moving with constant velocity v , it can be considered as clamped one for the elastic displacement. Then,

$$u(L, t) = 0 \quad \text{or} \quad f(L - \alpha t) + g(L + \alpha t) = 0 \quad (4)$$

To deduce the boundary condition at the left end $x = 0$, consider the dynamic equilibrium of the forces applied to it. So, one has

$$F^{in} + F^{fr} + F^{el} = 0, \quad (5)$$

where $F^{in} = -m\ddot{u}$ is the inertia force acting on the body, $F^{fr} = F^{fr}(v + \dot{u})$ is the friction force formed between the body and horizontal surface, it will be defined later. Here, the dot over a symbol denotes derivative with respect to time.

The elastic force F^{el} is calculated with the help of equality

$$F^{el} = EA \left. \frac{\partial u}{\partial x} \right|_{x=0} \quad (6)$$

where the strain $\partial u / \partial x$ value is calculated as follows

$$\left. \frac{\partial u}{\partial x} \right|_{x=0} = \frac{\partial}{\partial x} [f(x - \alpha t) + g(x + \alpha t)]_{x=0} \quad (7)$$

Since the independent variables u and t are connected by the phase variables $x - \alpha t$ and $x + \alpha t$, the partial derivative $\partial u / \partial x$ can be expressed via the $\partial u / \partial t$ derivative. Really, it issues from Eqs. (3) and (4)

$$g(L + \alpha t) = -f(L - \alpha t). \quad (8)$$

However,

$$g(x + \alpha t) = g\left[L + \alpha\left(t - \frac{L-x}{\alpha}\right)\right]. \quad (9)$$

From (8) and (9), it follows $g\left[L + \alpha\left(t - \frac{L-x}{\alpha}\right)\right] = -f\left[L - \alpha\left(t - \frac{L-x}{\alpha}\right)\right]$.

So

$$g(x + \alpha t) = -f(2L - x - \alpha t). \quad (10)$$

Introduce the notations $x - \alpha t = p$, $2L - x - \alpha t = q$. Then, instead of (3), the presentation is gained

$$u(x, t) = f(x - \alpha t) - f(2L - x - \alpha t) = f(p) - f(q). \quad (11)$$

With its use, the derivatives can be calculated

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial x} &= \frac{\partial f[p(x, t)]}{\partial x} - \frac{\partial f[q(x, t)]}{\partial x} = \frac{\partial f(p)}{\partial p} \frac{\partial p}{\partial x} - \frac{\partial f(q)}{\partial q} \frac{\partial q}{\partial x} = \frac{\partial f(p)}{\partial p} + \frac{\partial f(q)}{\partial q} \\ \frac{\partial u}{\partial t} &= \frac{\partial f[p(x, t)]}{\partial t} - \frac{\partial f[q(x, t)]}{\partial t} = \frac{\partial f(p)}{\partial p} \frac{\partial p}{\partial t} - \frac{\partial f(q)}{\partial q} \frac{\partial q}{\partial t} = -\alpha \frac{\partial f(p)}{\partial p} + \alpha \frac{\partial f(q)}{\partial q} \end{aligned} \quad (12)$$

Through correlation these equalities, one can represent

$$\frac{\partial u}{\partial x} = -\frac{1}{\alpha} \frac{\partial f(p)}{\partial t} + \frac{1}{\alpha} \frac{\partial f(q)}{\partial t} \quad (13)$$

and express the F^{el} force in terms of the derivatives with respect to t :

$$F^{el} = \frac{EA}{\alpha} \left[-\frac{\partial}{\partial t} f(-\alpha t) + \frac{\partial}{\partial t} f(-\alpha t + 2L) \right].$$

After performing these substitutions and transformations, Eq. (5) will look like to the following non-linear relationship

$$m[\ddot{f}(-\alpha t) - \ddot{f}(-\alpha t + 2L)] + \frac{EA}{\alpha} [\dot{f}(-\alpha t) - \dot{f}(-\alpha t + 2L)] - F^{fr}(\nu + \dot{u}) = 0. \quad (14)$$

Here, $f = f(0, t)$, $u = u(0, t)$. Types of the F^{fr} function will be discussed later.

Solutions of the constructed equation display a series of features stemming from the type of the $F^{fr}(\nu + \dot{u})$ non-linear function. In the first place, it has a stationary solution for every value of ν . Indeed, if $\dot{u} = 0$ and $\ddot{u} = 0$, then Eq. (2) is reduced to the form

$$\frac{d^2 u}{dx^2} = 0$$

with stationary solution $du/dx = c_1$, $u = c_2 + c_1 x$.

The constants c_1 and c_2 are found from boundary conditions (4) and (5)

$$u(L)=0, \quad EA \frac{du}{dx} = -F^{fr}(v)$$

or

$$c_2 + c_1 L = 0, \quad c_1 = -F^{fr}(v)/EA.$$

Thus,

$$u(x) = (L - x) \cdot F^{fr}(v)/EA \quad (15)$$

Secondly, a diapason $v_b \leq v \leq v_l$ exists, where stable periodic solutions occur in addition to stationary ones (15), which become unstable. Outside this diapason, stationary solutions (15) in the form of balanced motion $v = const$, $u(0) = L \cdot F^{fr}(v)/EA$ are stable. The states $v = v_b$, $v = v_l$, where the stationary motion is changed by autovibration and vice versa, are called the bifurcations of limit cycle birth and limit cycle loss or the Hopf (Poincare-Andronov-Hopf) bifurcations [1].

In parallel with these two traits, the third one exists for small inertance (mass m) of the body in comparison with large inertance (or acoustic stiffness $\rho A \cdot \alpha = A\sqrt{E\rho}$) of the waveguide and values of $F^{fr}(v)$. So, as indicated in [13], the problem of integration the equation with small coefficient before the senior derivative is singularly perturbed, the autovibrations are of relaxation type, and have nearly discontinuous velocities.

Beginning from the classic works by A. Poincare and A.M. Liapunov, the so called regular type of equations

$$\ddot{x} = F(t, x, \dot{x}, \varepsilon) \quad (0 \leq t \leq 1) \quad (16)$$

was analyzed in details. Here, it is assumed that right-hand term regularly depends on the parameter ε in the vicinity of $\varepsilon = 0$ and the solutions are studied inside the segment $0 \leq t \leq 1$. However the equation solutions become less regular and more diversified when the small parameter $0 < \varepsilon \ll 1$ occurs before the second derivative

$$\varepsilon \ddot{x} = F(t, x, \dot{x}) \quad (0 \leq t \leq 1). \quad (17)$$

In this case, the influence of the left-hand member on the solution becomes significant only for large values of $\ddot{x}$, related to the states of fast change in the system motion. So, the distinguishing property of these type equations is that they have periodic solutions in the shape of nearly broken straight lines or saw tooth curves.

Ultimately, one more feature of Eq. (14) is that it includes the delay argument $-\alpha(t - 2L/\alpha)$. By virtue of this, the system remembers the perturbations imposed previously on it with the $2L/\alpha$ delay and is self-adjusted to quantized vibrations with time quantum $\Delta\tau = 2L/\alpha$ [14]. So, it is of interest to follow the evolution of the autovibration modes with the change in parameter v .

Yet, the principal cause of the irregular dynamics agitation is non-linear frictional interaction between the movable body and foundation surface which is responsible for the antidumping and excitation of relaxation oscillations. Thus, mechanism of this kind interaction should be considered especially.

Discussion of results.

In mechanics, the waveguiding autovibrational systems are rarely met. The sole example of the singularly perturbed problem in this field, which plays a large role in practical applications, is the problem about the torsional auto-oscillations of long drill strings at their rotation with angular velocity ω . Such vibrations are generated as a consequence of nonlinear frictional interaction of their bits with the bore-hole bottom surfaces at the rock cutting. Because of the fact that the bit (vibrating body) mass is much less than the drill string

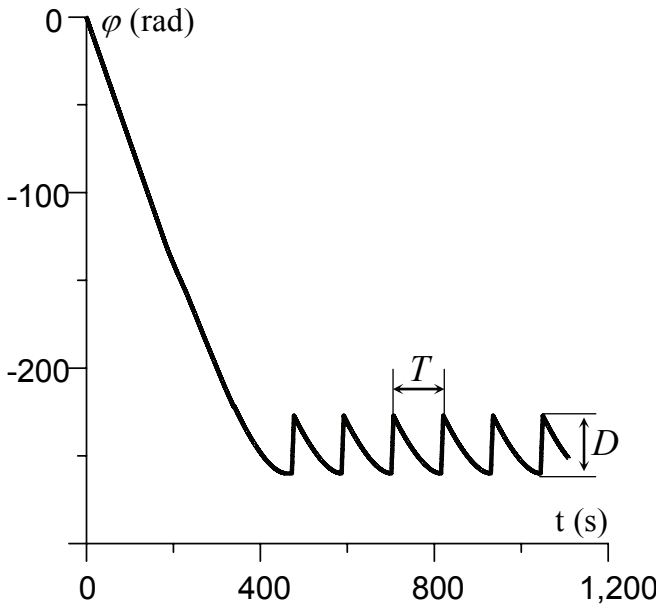


Figure 1 – The mode of the bit auto-oscillation ($L = 8000 \text{ m}$, $\omega_b = 0.71 \text{ rad/s}$)

(waveguide) mass, the system has small inertance, the coefficient before the inertia member (the second derivative) of the corresponding vibration equation is very small and its solution has the shape of a broken line. In connection with the discontinuous character of the relaxation vibrations, they are dangerous for the strength of the bit and drill string. Yet, the structure of the equation, describing these phenomena, is complicated, there are no universal methods for their investigation, and because of this, they are poorly understood.

Firstly, consider the homogeneous drill string 8000 m in length. The characteristic parameters used for its analysis are selected as follows:

$$G = 8.077 \cdot 10^{10} \text{ Pa},$$

$\rho = 7.8 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$. External and internal radii of the tube cross-section are $r_1 = 0.0841 \text{ m}$ and $r_2 = 0.0741 \text{ m}$, then $I_z = 3.12 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$.

One of the main features, influencing on the process of the bit torsion vibration, is the law of the friction moment M^{fr} dependence on the total

velocity $\omega + \dot{\phi}$ of its rotation. The shape of function $M^{fr}(\omega + \dot{\phi})$ is determined by many factors, what is more, the values of their parameters vary during the drilling process.

In this reason, it is conceivable that no universal functions of this kind can be chosen for analysis of the system dynamics. The most commonly encountered relationships between M^{fr} and $\omega + \dot{\phi}$ are represented by the Coulomb friction law shown in. It is used in our investigation for analysis of general regularities of autovibration proceeding. In its diagram, the vertical segment determines the static friction moment M_{st} , it is realized in the absence of sliding between bodies. After achieving some limit value M_{lim} , the static friction moment M_{st} is replaced by the dynamic friction moment M_{dyn} , which is accompanied by sliding between rubbing surfaces. then, the friction moment M^{fr} can be represented with the aid of the following approximate function [10]

$$M^{fr} = M_{lim} - \left(m \frac{a_1 k (\omega + \dot{\phi}) + a_3 k^3 (\omega + \dot{\phi})^3 + a_5 k^5 (\omega + \dot{\phi})^5 + a_7 k^7 (\omega + \dot{\phi})^7 + a_9 k^9 (\omega + \dot{\phi})^9}{1 + a_2 k^2 (\omega + \dot{\phi})^2} \right)^{1/2}$$

where the coefficients a_i ($i = 1, 2, \dots, 9$) are found by the trial-and-error method. For the considered cases they have the following values: $a_1 = 2400 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{s}$, $a_2 = 225 \text{ s}^2$, $a_3 = 15000 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^3$, $a_5 = 1 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^5$, $a_7 = 4 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^7$, $a_9 = -130 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^9$, $k = 0.025$, $m = 1000$, $M_{lim} = -41250 \text{ N} \cdot \text{m}$, $M_{min}^{fr} = -8.25 \cdot 10^4 \text{ N} \cdot \text{m}$.

The analysis of the bit dynamics was performed by integrating the appropriate equation by the Runge-Kutta method with the initial conditions $\phi(0) = 0$, $\dot{\phi}(0) = 0$ for different values of ω . The integration step was selected to be $\Delta t = 7.769 \cdot 10^{-6} \text{ s}$.

The calculation results permit us to formulate some regularities. On the one hand, in the process of functioning, the drill string can be either in the states of stationary rotation or of torsional self-induced elastic oscillation, depending on the chosen regime of drilling. As this takes place, the value ω_b of the angular velocity ω corresponding to the bifurcation state of the limit cycle birth equals the value $\omega = 0.71 \text{ rad/s}$, which conforms to the minimum point of the $M^{fr}(\omega + \dot{\phi})$ diagram. The regimes of motion with $\omega < \omega_b$ are characterized by the stationary rotation without any oscillation when the system changes from its initial state $\phi(0) = 0$, $\dot{\phi}(0) = 0$ to some quasi-static equilibrium state $\phi(t) = \phi_{st}$, $\dot{\phi}(t) = 0$ and self-induced vibrations do not take place. But during the system transition from outside to inside this diapason through the value $\omega = \omega_b$, the Hopf bifurcation occurs and limit cycles appear together with the unstable stationary solutions $\phi(t) = \text{const}$, $\dot{\phi}(t) = 0$.

The mode of the bit angular vibration in the result of bifurcation of the limit cycle birth ($\omega_b = 0.71 \text{ rad/s}$) is shown in Fig. 1. It is realized with comparatively large period $T \approx 115 \text{ s}$ and swing $D \approx 35 \text{ rad}$. But the more interesting feature of this process is that the auto-oscillations are of the relaxational (nearly discontinuous) type and include time segments of fast and slow motions inside every period.

The diagram of angular velocity $\dot{\phi}(t)$ in the time diapason $380 \leq t \leq 520 \text{ s}$ is presented in Fig. 2. It illustrates a principally new, subtler peculiarity, which is unique only to waveguiding systems [14]. This feature consists in the fact that the self-excited oscillations proceed in the manner of quantized time and the time quantum duration $\Delta\tau$ is equal to the time segment of the wave passing the path from the bit to the top end of the DS and backward, i.e. $\Delta\tau = 2L/\beta$.

Together with the phenomena of self-excitation of stationary auto-oscillations, the problem about transient processes under conditions of the moving body speeding up or braking represents certain interest. It can be imagined that if a DS begins to rotate with small constant angular acceleration ε , then it will gradually pass through the bifurcation velocity ω_b , enter into the diapason of auto-oscillations and afterwards again go out through the point ω_l of limit cycle loss to the domain of pure rotation without oscillations. But the situation changes when acceleration ε is not small. Then, owing to existence of the system inertance, all the observed effects can take place, though with some delay for homogeneous DS 1000 m in length and angular acceleration $\varepsilon = 0.05 \text{ rad/s}^2$. The found effect becomes more visible with further ε enlargement and for the values $\varepsilon \geq 0.5 \text{ rad/s}^2$ the auto-oscillation phenomena do not occur at all.

Conclusions.

The analysis of the limit cycle birth bifurcations in the models of homogeneous and sectional waveguiding systems is presented in this paper. The constitutive differential equations with delay argument are constructed, which are shown to be singularly perturbed. Based on analysis of an applied example associated with self-excitation of deep drill string torsion oscillation, one can draw the following conclusions:

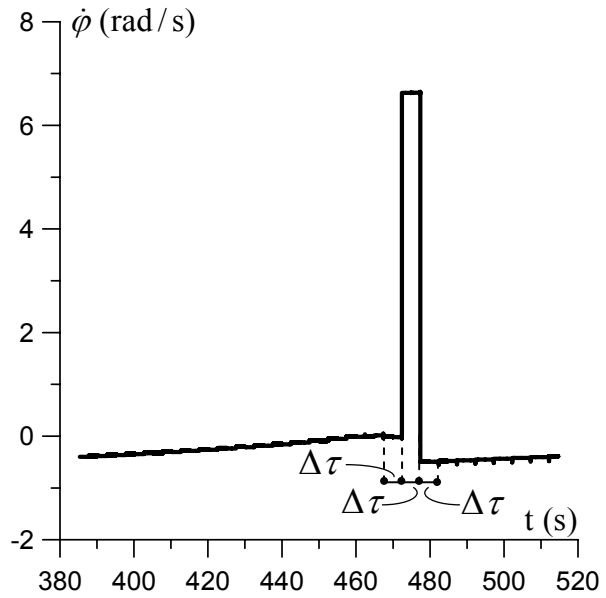


Figure 2 – The diagram of the angular velocity change ($L = 8000 \text{ m}$, $\omega_b = 0.71 \text{ rad/s}$)

1. The auto-oscillations of homogeneous and sectional DSs prevail at low values of the their angular velocity ω , the boundaries of the ω segments of their self-excitation do not depend on the number of the DS sections and are determined by the outline of the friction moment function.
2. The autovibrations are of the relaxation type and contain fast and slow motions.
3. The self-excited oscillations proceed in the manner of quantized time. The time quantum durations equal the time of the torsional wave propagating through the doubled length of the DS.
4. The velocity - time quanta in sectional drill strings have additional fragmentations caused by the multiple diffractions of the torsional waves at the points of the section joints.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. B.D. Hassard, N.D. Kazarinoff, Y.-H. Wan, Theory and Applications of Hopf Bifurcation, Cambridge University Press, Cambridge, London, New York, New Rochelle, Melbourne, Sydney, 1981.
2. V.I. Gulyayev, O.I. Borshch, Free vibrations of drill strings in hyper deep vertical bore-wells, Journal of Petroleum Science and Engineering, V. 78, 2011, pp. 759-764.
3. V.I. Gulyayev, L.V. Shevchuk, Nonholonomic dynamics of drill string bit whirling in a deep bore-hole, Journal of Multi-body Dynamics, V. 227(3), 2013, pp. 234 – 244.
4. J.F. Brett, The genesis of torsional drillstring vibrations, SPE Drilling Engineering, V. 7, 1992, pp. 168-174.
5. N. Challamel, Rock destruction effect on the stability of a drilling structure, Journal of Sound and Vibration, V. 233 (2), 2000, pp. 235-254.
6. N. Mihajlovic, N. van de Wouw, M. P. M. Hendriks, H. Nijmeijer, Friction-induced limit cycling in flexible rotor systems: An experimental drill-string set-up, Nonlinear Dynamics, V. 46 (3), 2006, 273-291.
7. R.I. Leine, D.H. Campen, W.J.G. Keultjes, Stick-slip whirl interaction in drillstring dynamics, Journal of Vibration and Acoustics, V. 124, 2002, pp. 209-220.
8. R.W. Tucker, C. Wang, On the effective control of torsional vibrations in drilling systems, Journal of Sound and Vibration, V. 224 (1), 1999, pp. 101-122.
9. M. Zamanian, S.E. Khadem, M.R. Ghazavi, Stick-slip oscillations of drag bits by considering damping of drilling mud and active damping system, Journal of Petroleum Science and Engineering, V. 59, 2007, pp. 289-299.
10. V.I. Gulyayev, S.N. Hudoliy, O.V. Glushakova, Simulation of torsion relaxation auto-oscillations of drill string bit with viscous and Coulombic friction moment models, Journal of Multi-body Dynamics, V. 225, 2010, pp. 139 – 152.
11. K.W. Chang, F.A. Howes, Nonlinear Singular Perturbation Phenomena, Springer-Verlag, New York, Berlin, Heidelberg, Tokyo, 1984.
12. G.I. Shishkin, L.P. Shishkina, Difference Methods for Singular Perturbation Problems, Russian Academy of Science, Ekaterinburg, CRC Press Taylor & Francis Group Boca Raton, USA, 2009.
13. Мищенко Е.Ф. Дифференциальные уравнения с малым параметром и релаксационные колебания / Е.Ф. Мищенко, Н.Х. Розов. — М.: Наука, 1975. — 248 с.
14. V.I. Gulyayev, O.V. Glushakova, S.N. Hudoliy, Quantized attractors in wave models of torsion vibrations of deep-hole drill strings, Mechanics of Solids, V. 45 (2), 2010, pp. 264-274.

REFERENCES

1. B.D. Hassard, N.D. Kazarinoff, Y.-H. Wan, Theory and Applications of Hopf Bifurcation, Cambridge University Press, Cambridge, London, New York, New Rochelle, Melbourne, Sydney, 1981.
2. V.I. Gulyayev, O.I. Borshch, Free vibrations of drill strings in hyper deep vertical bore-wells, Journal of Petroleum Science and Engineering, V. 78, 2011, pp. 759-764.
3. V.I. Gulyayev, L.V. Shevchuk, Nonholonomic dynamics of drill string bit whirling in a deep bore-hole, Journal of Multi-body Dynamics, V. 227(3), 2013, pp. 234 – 244.
4. J.F. Brett, The genesis of torsional drillstring vibrations, SPE Drilling Engineering, V. 7, 1992, pp. 168-174.

5. N. Challamel, Rock destruction effect on the stability of a drilling structure, *Journal of Sound and Vibration*, V. 233 (2), 2000, pp. 235-254.
6. N. Mihajlovic, N. van de Wouw, M. P. M. Hendriks, H. Nijmeijer, Friction-induced limit cycling in flexible rotor systems: An experimental drill-string set-up, *Nonlinear Dynamics*, V. 46 (3), 2006, 273-291.
7. R.I. Leine, D.H. Campen, W.J.G. Keultjes, Stick-slip whirl interaction in drillstring dynamics, *Journal of Vibration and Acoustics*, V. 124, 2002, pp. 209-220.
8. R.W. Tucker, C. Wang, On the effective control of torsional vibrations in drilling systems, *Journal of Sound and Vibration*, V. 224 (1), 1999, pp. 101-122.
9. M. Zamanian, S.E. Khadem, M.R. Ghazavi, Stick-slip oscillations of drag bits by considering damping of drilling mud and active damping system, *Journal of Petroleum Science and Engineering*, V. 59, 2007, pp. 289-299.
10. V.I. Gulyayev, S.N. Hudoliy, O.V. Glushakova, Simulation of torsion relaxation auto-oscillations of drill string bit with viscous and Coulombic friction moment models, *Journal of Multi-body Dynamics*, V. 225, 2010, pp. 139 – 152.
11. K.W. Chang, F.A. Howes, *Nonlinear Singular Perturbation Phenomena*, Springer-Verlag, New York, Berlin, Heidelberg, Tokyo, 1984.
12. G.I. Shishkin, L.P. Shishkina, *Difference Methods for Singular Perturbation Problems*, Russian Academy of Science, Ekaterinburg, CRC Press Taylor & Francis Group Boca Raton, USA, 2009.
13. E.F. Mishchenko, N.H. Rozov, *Differential Equations with Small Parameter and Relaxation Vibrations*, Nauka, Moscow, 1975 (Rus).
14. V.I. Gulyaev, O.V. Glushakova, S.N. Hudoliy, Quantized attractors in wave models of torsion vibrations of deep-hole drill strings, *Mechanics of Solids*, V. 45 (2), 2010, pp. 264-274.

РЕФЕРАТ

Глушакова О.В. Релаксацийні автоколивання крутіння глибоких бурильних колон. / О.В. Глушакова // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

Розглянута проблема про самозбудження крутильних коливань бурильних колон в результаті фрикційної взаємодії долота з руйнівною породою.

Об'єкт дослідження – ефекти біфуркаційного переходу від стаціонарного обертання бурильної колони до автоколивань крутіння і назад.

Мета роботи – дослідити біфуркаційні стани бурильних колон, що обертаються, і побудувати моди автоколивань.

Метод дослідження – метод чисельного інтегрування рівнянь крутіння в перед- і пост-критичних станах.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ХВИЛЕВОДНІ СИСТЕМИ, СИНГУЛЯРНО ЗБУРЕНІ ЗАДАЧІ, САМОЗБУДЖЕННЯ КОЛИВАНЬ, БІФУРКАЦІЯ ХОПФА, РЕЛАКСАЦІЙНІ КОЛИВАННЯ.

ABSTRACT

Glushakova O.V. Relaxational torsional autovibrations of deep drill strings. *Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection*. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

In this paper the analysis of the limit cycle birth bifurcations in the models of homogeneous and sectional waveguiding systems is presented. The constitutive differential equations with delay argument are constructed, which are shown to be singularly perturbed. Based on analysis of an applied example associated with self-excitation of deep drill string torsion oscillation, one can draw the following conclusions:

The auto-oscillations of homogeneous and sectional DSs prevail at low values of the their angular velocity ω , the boundaries of the ω segments of their self-excitation do not depend on the number of the DS sections and are determined by the outline of the friction moment function.

The autovibrations are of the relaxation type and contain fast and slow motions.

KEYWORDS: WAVEGUIDING SYSTEMS, SINGULARLY PERTURBED PROBLEM, SELF-INDUCED VIBRATIONS, HOPF'S BIFURCATION, RELAXATION VIBRATIONS.

РЕФЕРАТ

Глушакова О.В. Релаксационные автоколебания кручения глубоких бурильных колонн. / О.В. Глушакова // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

Рассмотрена проблема о самовозбуждении крутильных колебаний бурильных колонн в результате фрикционного взаимодействия долота с разрушаемой породой.

Объект исследования – эффекты бифуркационного перехода от стационарного вращения бурильной колонны к автоколебаниям кручения и обратно.

Цель работы – исследовать бифуркационные состояния вращающихся бурильных колонн и построить моды автоколебаний.

Метод исследования – метод численного интегрирования уравнений кручения в пред- и пост-критических состояниях.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ВОЛНОВОДНЫЕ СИСТЕМЫ, СИНГУЛЯРНО ВОЗМУЩЕННЫЕ ЗАДАЧИ, САМОВОЗБУЖДЕНИЕ КОЛЕБАНИЙ, БИФУРКАЦИЯ ХОПФА, РЕЛАКСАЦИОННЫЕ КОЛЕБАНИЯ.

АВТОР:

Глушакова Ольга Володимирівна, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри вищої математики, Національний транспортний університет,
e-mail: olvgl@mail.ru, тел. +380637906486, Україна, 01010, м. Київ, вул. Кіквідзе 42, к. 511.

AUTHOR:

Glushakova Olga Vladimirovna, Ph.D., associate professor department of high mathematics, National Transport University,
e-mail: olvgl@mail.ru, tel. +380637906486, Ukraine, 01010, Kyiv, Kikvidze str. 42, of. 511.

АВТОР:

Глушакова Ольга Владимировна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики, Национальный транспортный университет,
e-mail: olvgl@mail.ru, тел. +380637906486, Украина, 01010, г. Киев, ул. Киквидзе 42, к. 511.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Рассказов О.О., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри теоретичної механіки, Київ, Україна.

Гайдайчук В.В., доктор технічних наук, професор, Київський національний університет будівництва і архітектури, завідувач кафедри теоретичної механіки, Київ, Україна.

REVIEWER:

Rasskazov O.O., Dr. Sc., Professor, National Transport University, head of the Department of Theoretical Mechanics, Kyiv, Ukraine.

Gaidachuk V.V., Dr. Sc., Professor, Kyiv National University of Structures and Architecture, head of the Department of Theoretical Mechanics, Kyiv, Ukraine.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОРОЖНИХ ВИПРОБОВУВАНЬ КОЛІСНОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ В УМОВАХ НЕУСТАЛЕНИХ РЕЖИМІВ РУХУ

Говорун А.Г., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Мержієвська Л.П., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Куций П.В., Національний транспортний університет, Київ, Україна

THE RESULTS OF ROAD TESTS OF AWHEELED VEHICLE UNDER UNBALANCED CONDITIONS OF MOVEMENT

Govorun A.G., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Merzhievskaya L.P., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Kutsyy P.V., National Transport University, Kyiv, Ukraine

РЕЗУЛЬТАТЫ ДОРОЖНИХ ИСПЫТАНИЙ КОЛЕСНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА В УСЛОВИЯХ НЕУСТАНОВИВШИХСЯ РЕЖИМОВ ДВИЖЕНИЯ

Говорун А.Г., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Мержиевская Л.П., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Куций П.В., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Для колісних транспортних засобів (КТЗ) сільськогосподарського призначення, а також тих які задіяні в інших галузях народного господарства при виконанні транспортних чи технологічних операцій, стан мікропрофіля дороги або ділянки поля є основною причиною виникнення збуджуючих коливань крутного моменту двигуна КТЗ. Переважна більшість двигунів універсальних тракторів оснащена всережимними механічними регуляторами частоти обертання колінчастого валу, для підтримування приблизно постійної швидкості руху ($V=\text{const}$) при виконанні технологічних сільськогосподарських операцій незалежно від стану мікропрофіля ділянки поля чи ґрунтової дороги.

Одною з основних особливостей роботи двигунів КТЗ сільськогосподарського призначення з всережимним регулятором є те, що через невелику (4-8%) ступінь нерівномірності регулятора вони мають високий коефіцієнт підсилення (відношення амплітуди коливань регульованого параметра до амплітуди збуджуючої дії), тобто всережимні регулятори можуть збільшувати амплітуду коливань крутного моменту двигуна, що в свою чергу, приводить до розсіювання частини енергії на гасіння коливань і, як наслідок, до збільшення витрати палива [1,2,3].

Коливання крутного моменту M_e в системі регулювання, спричинені станом мікропрофіля дороги, можуть призвести до накладання власних і збуджуючих коливань, тобто до виникнення биття.

Биття – явище наперемінного підсилення і послаблення коливань, що проявляється при накладанні двох коливань з близькою частотою. Залежно від стану мікропрофіля дороги биття може мати усталений характер або проявлятися епізодично. Епізодичні прояви биття зазвичай пов'язані з появою збуджуючих коливань КТЗ від імпульсних нерівностей.

Робота двигуна з всережимним регулятором в режимі биття є типовою але вкрай небажаною, як з огляду збільшення витрати палива так і наростання навантажень, що виникають в елементах трансмісії.

Постійне биття може бути спричинено чергуванням декількох нерівностей приблизно однакового розміру чи окремими нерівностями, які відокремлені одна від одної рівними ділянками дороги. Крім того биття може виникати в системі регулювання двигуна, що зумовлено типом регулятора, який застосовують і його конструктивними особливостями. Крім биття в системі регулювання двигуна з всережимним регулятором можуть виникати й інші небажані явища, наприклад, ненавмисний примусовий холостий хід. Суть якого полягає в тому, що при роботі двигуна в навантажувальному режимі, через надмірні коливання рейки паливного насоса, виникає епізодичне відключення палива, що призводить до втрати енергії на примусовий холостий хід і, в кінцевому результаті, збільшує витрату палива двигуном. Ненавмисний примусовий холостий хід може бути спричинений пороговими нерівностями мікропрофіля дороги.

Для усунення вище названих недоліків на кафедрі «Двигуни та теплотехніка» НТУ розроблено універсальний регулятор (що може виконувати функції всережимного, гранично-всережимного, однорежимного та комбінованого регуляторів) [4], що забезпечує можливість зміни способу регулювання двигуном залежно від виду виконуваних робіт і стану мікропрофіля дороги чи ділянки поля.

Продовжуючи дослідження універсального регулятора було проведено дорожні випробовування трактора МТЗ-80 на ґрунтовій дорозі з різними значеннями нерівностей мікропрофіля. При проведенні дорожніх випробувань здійснювали безперервну реєстрацію миттєвої витрати палива витратоміром моделі EDM 1403 і переміщення рейки паливного насоса високого тиску, за шкалою проградуйованою значенням крутного моменту двигуна.

Рух КТЗ здійснювався з приблизно постійною швидкістю за фіксованого положення важеля керування подачею палива.

На рис. 1 та 2, як приклад, показано осцилограми зміни крутного моменту двигуна (коливання рейки паливного насоса) і гістограми миттєвої витрати палива при русі трактора МТЗ-80 з причепом ґрунтовою дорогою з незначними нерівностями на третій передачі: з всережимним регулятором, середня витрата палива $q_{\text{ср}}=4,99$ л/год (рис. 1) та гранично-всережимним регулятором, середня витрата палива $q_{\text{ср}}=4,46$ л/год (рис. 2).

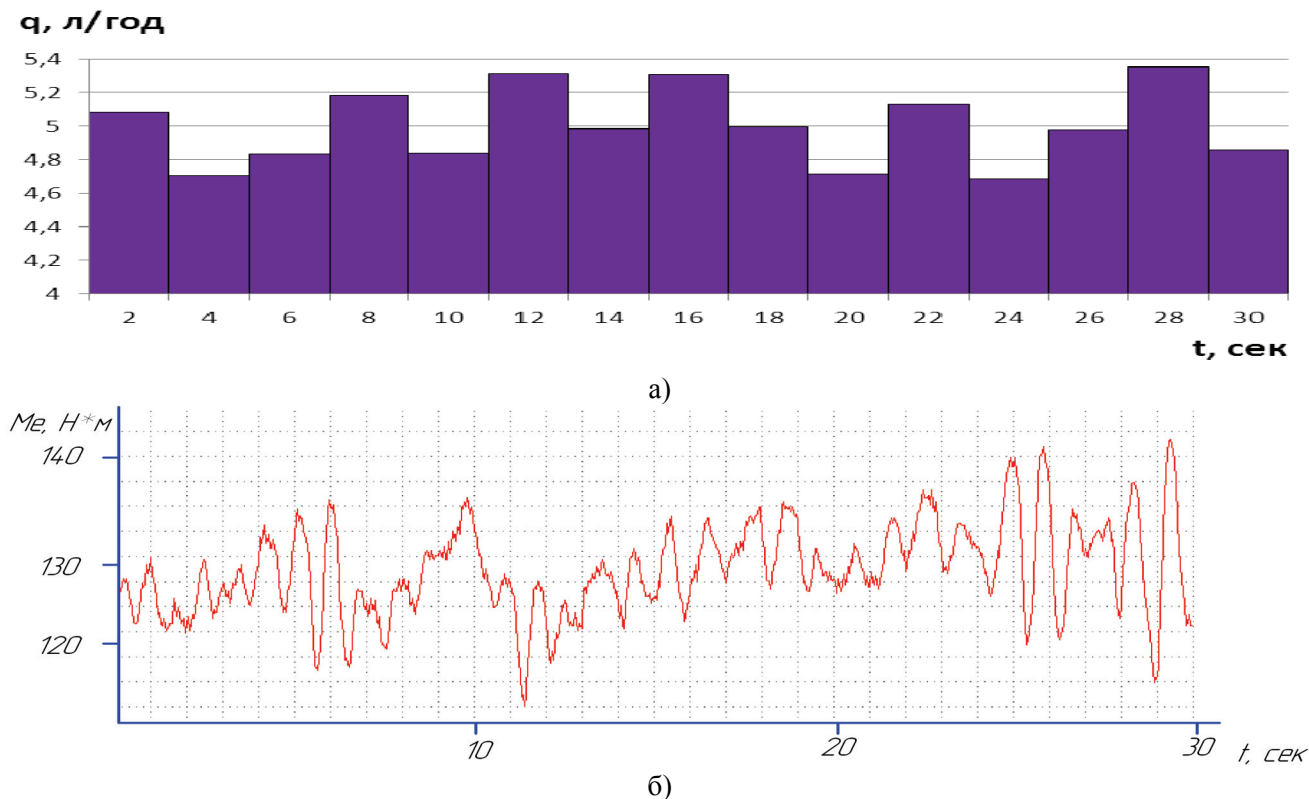
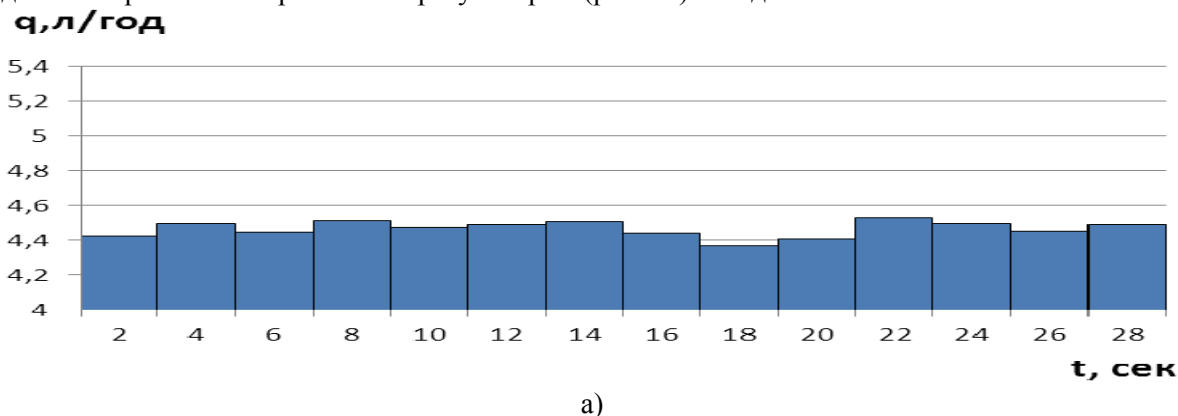


Рисунок 1 – Гістограма витрати палива та осцилограма зміни крутного моменту при русі трактора з всережимним регулятором

Збільшення миттєвої витрати палива через биття в розглянутому прикладі порівняно з відносною середньою витратою палива при русі трактора цією ж ділянкою дороги з тією ж швидкістю з гранично-всережимним регулятором (рис. 2а) складає 20%.



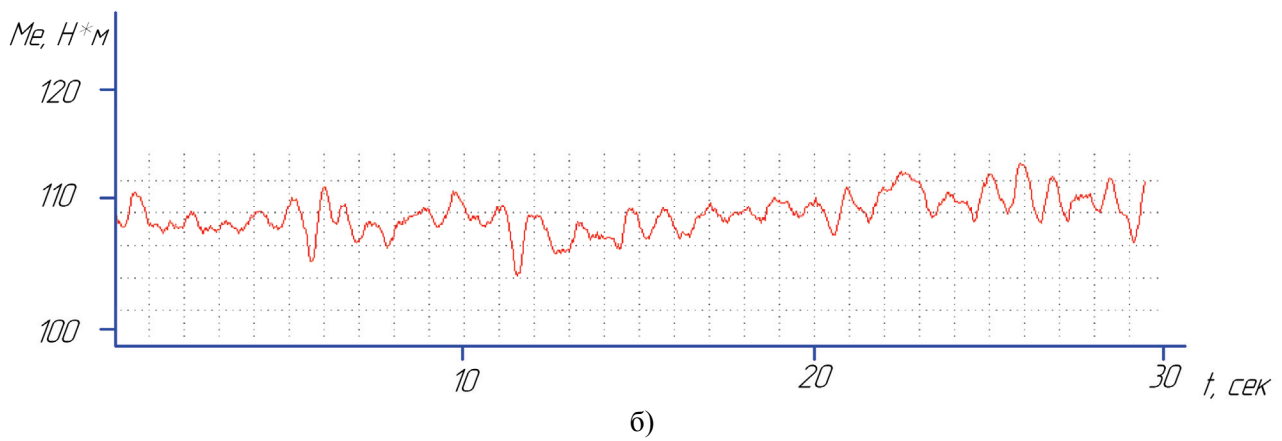


Рисунок 2 – Гістограма витрати палива та осцилограма зміни крутного моменту при русі трактора з гранично-всережимним регулятором

На рис. 3 показані гістограми витрати палива та фрагменти осцилограм з ділянками епізодичного биття крутного моменту M_e двигуна з всережимним регулятором трактора МТЗ-80, що рухається на третій передачі, по ґрунтовій дорозі з незначним (рис. 3а) та значними нерівностями (рис. 3б), а також цього ж трактора з причепом, що переміщується на третій передачі ґрунтовою дорогою з незначними нерівностями (рис. 3в).

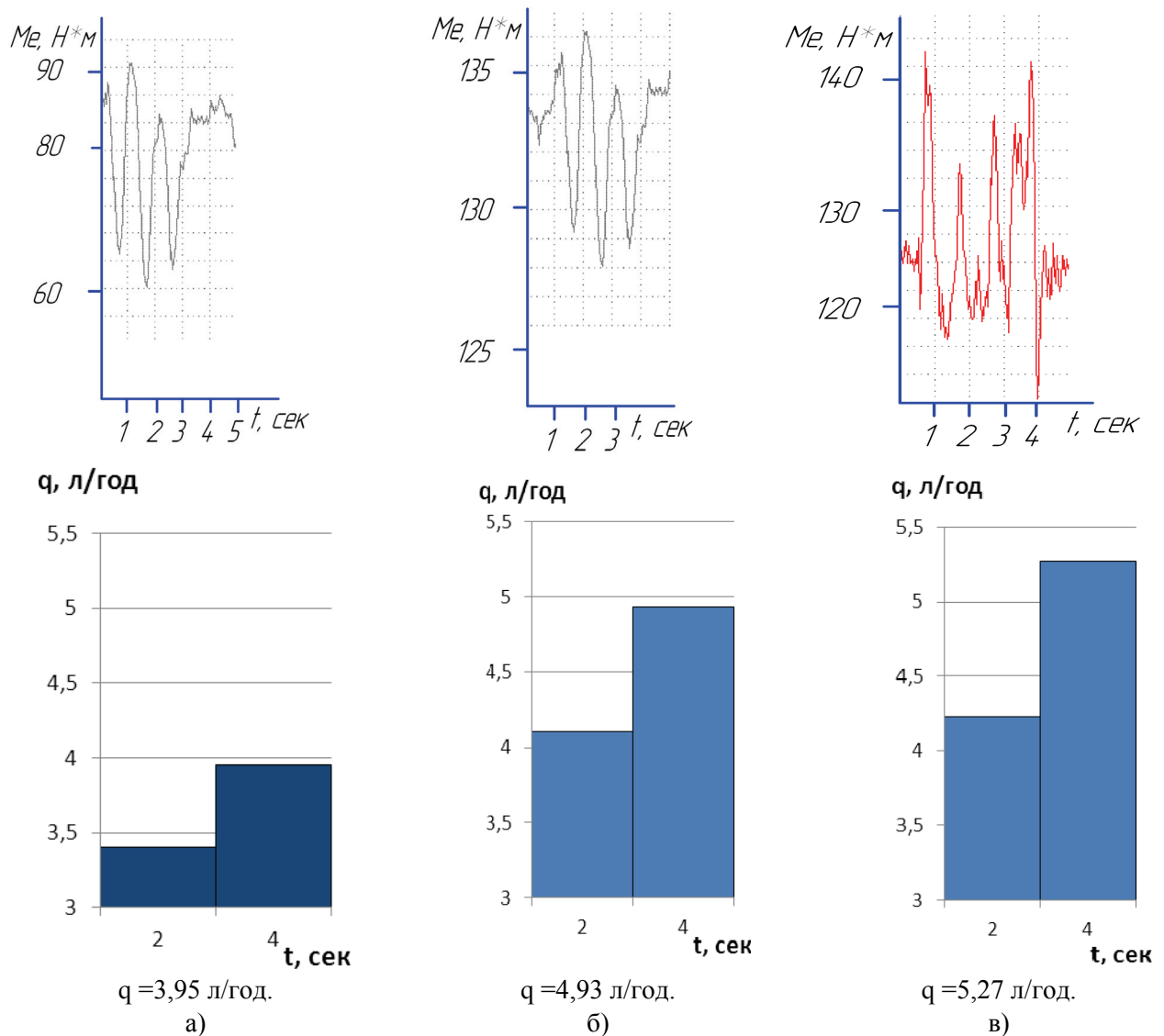


Рисунок 3 – Осцилограми зміни координати рейки в режимі биття та гістограми витрати палива на ділянках биття.

Аналіз осцилограм зміни координати рейки на ділянках биття та гістограм витрати палива показав, що при русі трактора на третій передачі по ґрунтовій дорозі з незначним нерівностями (рис. 3а) витрата палива внаслідок биття зростає на 14%, при русі по ґрунтовій дорозі із значними нерівностями (рис. 3б) витрата палива зростає на 16,5%, а при русі на третій передачі з причепом по ґрунтовій дорозі з незначними нерівностями (рис. 3в) витрата палива зростає на 19,7%.

На рис. 4 наведено осцилограми коливань крутного моменту і гістограми миттєвої витрати палива двигуном при подоланні трактором перешкод з пороговими нерівностями мікропрофілю дороги: з всережимним регулятором (рис. 4а) та гранично-всережимним регулятором (рис. 4б).

У разі застосування всережимного регулятора при подоланні перешкод з пороговими нерівностями мікропрофіля дороги в системі регулювання виникають високі амплітуди коливання рейки паливного насосу, що спричиняє режим ненавмисного примусового холостого ходу (рис. 4а).

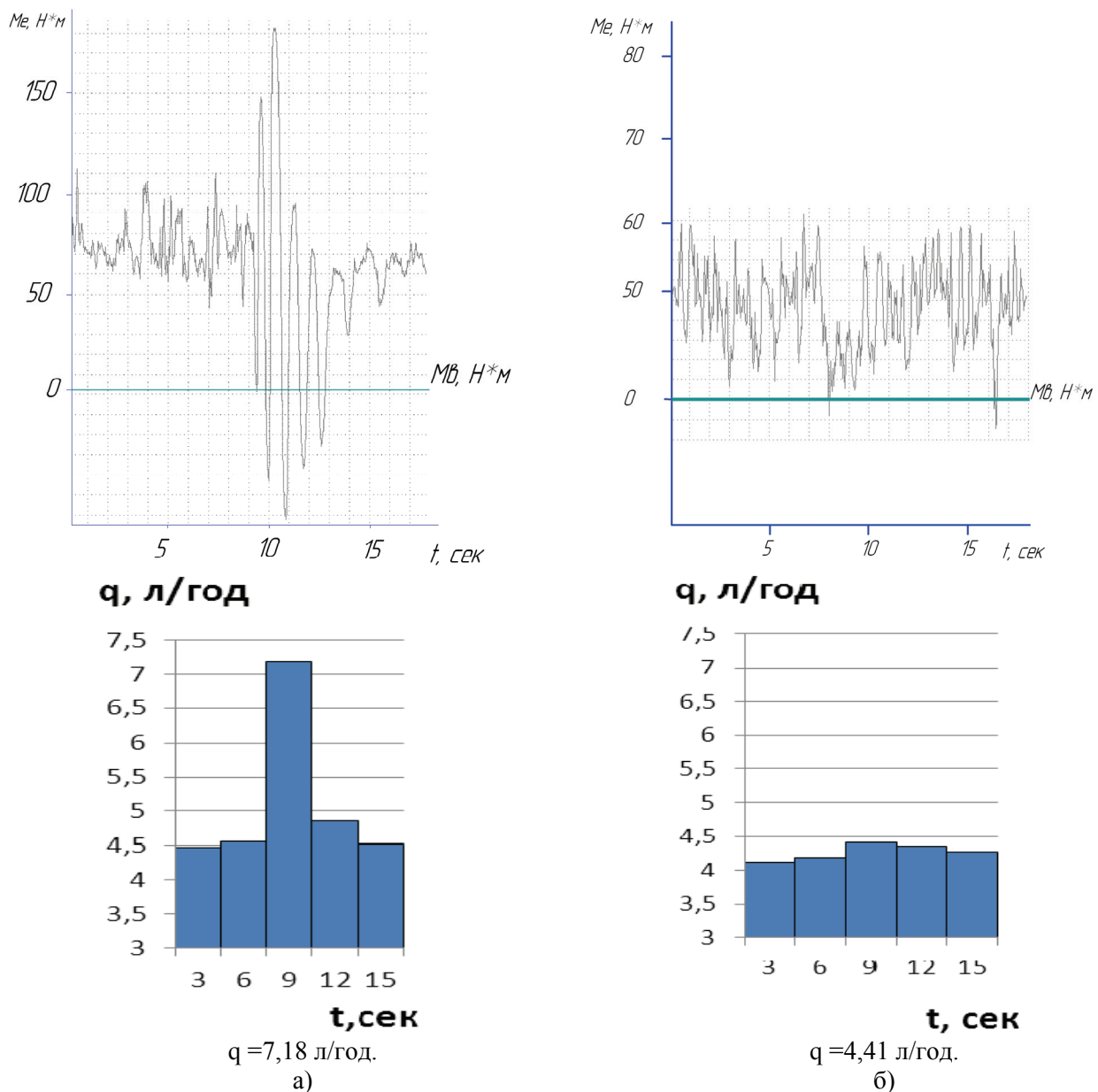


Рисунок 4 – Осцилограми зміни крутного моменту та гістограми витрати палива при подоланні перешкод з пороговими нерівностями мікропрофілю дороги

Аналіз отриманих результатів свідчить про те, що під час руху КТЗ з всережимним регулятором в режимі ненавмисного примусового холостого ходу при подоланні порогових нерівностей значення миттєвої витрати палива може сягати суттєвих значень. В розглянутому прикладі (подолання залізничного переїзду) миттєва витрата палива двигуна з всережимним регулятором на 62,8%, більша за витрату палива двигуном з гранично-всережимним регулятором.

Аналіз досліджень щодо визначення впливу способу регулювання частоти обертання двигуна КТЗ (всережимного чи гранично-всережимного) на витрату палива при русі з епізодичним биттям за постійної швидкості і фіксованого положення важеля керування подачею палива по ґрунтовій дорозі показали, що витрата палива двигуном КТЗ з гранично-всережимним регулятором менша ніж з всережимним на 14% при русі по ґрунтовій дорозі з незначними нерівностями, а із значними нерівностями – зниження витрати палива складає 16,5%.

Крім того, слід зауважити, що в режимі усталеного биття збільшення витрати палива двигуном з всережимним регулятором при русі КТЗ по ґрунтовій дорозі з незначними нерівностями може сягати до 20%.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Говорун А.Г. Результати польових випробувань трактора МТЗ-80 з різними способами регулювання дизеля /Говорун А.Г., Корпач А.О., Сельский М.П., Куций П.В.// Вісті Автомобільно-дорожнього інституту. - №1 (10). – С. 110-115.
2. Говорун А.Г., Вплив способу регулювання двигуна КТЗ на витрату палива за умов неусталених режимів руху// Говорун А.Г., Куций П.В., Павловський М.В. // Вісник НТУ – 2013 - №28. – С. 104-110.
3. Говорун А.Г. Вплив стану дорожнього покриття на витрату палива.//Говорун А.Г., Куций П.В.// Автошляховик України.2014. - № 1. - стор. 14-17.
4. Регулятор частоти обертання двигуна внутрішнього згоряння. / Говорун А.Г., Корпач А.О., Куций П.В.// Патент на корисну модель UA №58405, МПК, F02D 1/04. Заявка №u201011574 від 29.09.2010, опубл. Бюл. №7, 11.04.2011.

REFERENCES

1. Govorun A.G. Results of field study of the tractor MTZ-80 with different modes of diesel governing/ Govorun A.G., Korpach A.O, Selskiy M.P., Kutsyy P.V.//Visti Avtomobilno-dorozhnogo instytutu. - №1 (10). – С. 110-115. (Ukr)
2. Govorun A.G. Influence of a wheeled vehicle engine control mode on fuel consumption under unbalanced conditions of movement.// Govorun A.G., Pavlovskiy M.V., Kutsyy P.V.// Visnyk National Transport University. – Kyiv. National Transport University. 2013. – Vol. 28. – p. 104-110 (Ukr).
3. Govorun A.G. Influence of road covering on fuel consumption.// Govorun A.G., Kutsyy P.V.// Avtoshliahovuk Ukrainu – Kyiv.: 2014. – Vol. 1. – p. 14-17 (Ukr).
4. Regulator chastoty obertannia dyvguna vnutrshniogo zgoriannia. / Govorun A.G., Korpach A.O., Kutsyi P.V. // Patent na korysnu model UA №58405, MPK, F02D 1/04. Zaiavka №u201011574 vid 29.09.2010, opubl. Biul №7, 11.04.2011. (Ukr).

РЕФЕРАТ

Говорун А.Г. Результати дорожніх випробувань колісного транспортного засобу в умовах неусталених режимів руху / А.Г. Говорун, Л.П. Мерзиевська, П.В. Куций // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

В статті наведено результати дорожніх випробувань трактора МТЗ-80 по ґрунтовій дорозі з різними значеннями нерівностей мікропрофіля. В результаті проведених випробувань, було зафіксовано явище биття, тобто накладання власних коливань КТЗ та збуджуючих коливань, що викликані станом мікропрофіля дороги, яке призводило до значного збільшення коливань крутного моменту M_e .

Результати проведених випробувань показали, що при використанні гранично-всережимного регулятора зниження миттєвої витрати палива, за рахунок зменшення биття, по відношенню до миттєвої витрати палива при русі трактора по цій же ділянці дороги з тією ж швидкістю зі всережимним регулятором може складати до 20%.

Аналіз осцилограм зміни координати рейки на ділянках биття та гістограм витрати палива показав, що при русі трактора на третій передачі по ґрунтовій дорозі з незначним нерівностями витрата палива внаслідок биття зростає на 14%, при русі по ґрунтовій дорозі із значними нерівностями витрата палива зростає на 16,5%, а при русі на третій передачі з причепом по ґрунтовій дорозі з незначними нерівностями витрата палива зростає на 19,7%.

У разі застосування всережимного регулятора при подоланні перешкод з пороговими нерівностями мікропрофіля дороги в системі регулювання виникають високі амплітуди коливання

рейки паливного насосу, що спричиняє режим ненавмисного примусового холостого ходу. Аналіз отриманих результатів свідчить про те, що під час руху КТЗ з всережимним регулятором в режимі ненавмисного примусового холостого ходу при подоланні порогових нерівностей значення миттєвої витрати палива може сягати суттєвих значень. В розглянутому прикладі (подолання залізничного переїзду) миттєва витрата палива двигуна з всережимним регулятором на 62,8%, більша за витрату палива двигуном з гранично-всережимним регулятором.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КОЛІСНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ, РЕГУЛЯТОР, СТАН МІКРОПРОФІЛЮ ДОРОГИ, БИТТЯ.

ABSTRACT

Govorun A.G., Merzhievskaya L.P., Kutsyy P.V. The results of road tests of a wheeled vehicle under unbalanced conditions of movement. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

The article presents results of road tests of a tractor MTZ-80 on a country road with different rate of microprofile inequalities. As the results of the tests carried out was established the phenomenon of whipping, namely overlapping of own oscillations of a wheeled vehicle with inducing oscillations that are caused by road microprofile condition leading to increased torque oscillations M_e .

The results of tests showed that when using a marginal all-range governor the decrease in immediate fuel consumption at the expense of decrease in whipping in comparison with the movement of a tractor along the same road section with the same speed and with an all-range governor can account up for 20%.

Analysis of oscillograph charts of change of rail coordinates in areas of whipping as well as fuel consumption bar charts showed that during the movement of a tractor on the third gear on a country road with minor microprofile inequalities fuel consumption increases by 14% due to whipping, during the movement on a country road with significant microprofile inequalities fuel consumption increases by 16,5%, while during the movement on the third gear with a trailer on a country road with minor microprofile inequalities fuel consumption increases by 19.7%.

In case of using an all-range governor in the process of overcoming obstacles with marginal road microprofile inequalities in the regulating system emerge high amplitudes of fuel pump rail oscillations causing unintended forced flitting run regimes. Analysis of the results obtained indicates that during the movement of a wheeled vehicle with an all-range governor under unintended forced flitting run mode while overcoming marginal inequalities the value of immediate fuel consumption may be significant. In the example provided (railway crossing) immediate fuel consumption of an engine with an all-range governor is 62.8% higher than fuel consumption by an engine with a marginal all-range governor

KEY WORDS: WHEELED VEHICLE, ROAD MICROPROFILE CONDITION, GOVERNOR, WHIPPING.

РЕФЕРАТ

Говорун А.Г. Результаты дорожных испытаний колесного транспортного средства в условиях неустановившихся режимов движения / А.Г. Говорун, Л.П. Мержиевская, П.В. Куций // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье приведены результаты дорожных исследований трактора МТЗ-80 по грунтовой дороге с различными значениями неровностей микропрофиля. В результате проведенных исследований, было зафиксировано явление биения, это наложение собственных колебаний КТС и возбуждающих колебаний, что вызваны состоянием микропрофиля дороги, что производило к значительному увеличению колебаний крутящего момента M_e .

Результаты проведенных исследований показали, что при использовании предельно-всережимного регулятора снижение мгновенного расхода топлива, за счет уменьшения биения, по отношению к мгновенному расходу топлива при движении трактора поэтому же участку дороги с той же скоростью со всережимным регулятором может становить до 20%.

Анализ осцилограмм изменения координаты рейки на участках биения и гистограмм расхода топлива показал, что при движении трактора на третьей передаче по грунтовой дороге с незначительными неровностями расход топлива из-за биения увеличивается на 14%, при движении по грунтовой дороге со значительными неровностями расход топлива увеличивается на 16,5%, а при движении на третьей передаче с прицепом по грунтовой дороге с незначительными неровностями расход топлива увеличивается на 19,7%.

В случае использования всережимного регулятора при преодолении преград с граничными неровностями микропрофиля дороги в системе регулирования возникают высокие амплитуды колебаний рейки топливного насоса, что приводит к возникновению режима непреднамеренного принудительного холостого хода. Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что во время движения КТС со всережимным регулятором в режиме непреднамеренного принудительного холостого хода при преодолении пороговых неровностей значение мгновенного расхода топлива может достигать значительных значений. В рассматриваемом примере (переезд железнодорожного переезда) мгновенный расход топлива двигателя со всережимным регулятором на 62,8% больше за расход топлива двигателя с предельно-всережимным регулятором.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: КОЛЕСНОЕ ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО, РЕГУЛЯТОР, СОСТОЯНИЕ МИКРОПРОФИЛЯ ДОРОГИ, БИЕНИЕ.

АВТОРИ:

Говорун Анатолій Григорович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, професор кафедри «Двигунів та теплотехніки», e-mail: kafedradvzntu@gmail.com, тел. +38 044 280-47-16, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 303а.

Мержієвська Любов Павлівна, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри «Двигунів та теплотехніки», e-mail: lpm.dvz@gmail.com, тел. +38 044 280-47-16, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 303а.

Куций Петро Вікторович, Національний транспортний університет, аспірант кафедри «Двигунів та теплотехніки», e-mail: Petro.Kutsyi@gmail.com, тел. +38 044 280-47-16, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 303а.

AUTHORS:

Govorun Anatoliy G., Ph.D., associate professor, National Transport University, professor department of engines and heating, e-mail: kafedradvzntu@gmail.com tel. +38 044 280-47-16, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 303 a.

Merzhievskaya Lubov P., Ph.D., associate professor, National Transport University, associate professor department of engines and heating, e-mail: lpm.dvz@gmail.com, tel. +38 044 280-47-16, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 303a.

Kutsyy Petro V., National Transport University, postgraduate department of engines and heating, e-mail: Petro.Kutsyi@gmail.com, tel. +38 044 280-47-16, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 303 a.

АВТОРЫ:

Говорун Анатолий Григорьевич, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, профессор кафедры «Двигателей и теплотехники», e-mail: kafedradvzntu@gmail.com тел. +38 044 280-47-16, Украина, 01010, г. Київ, ул. Суворова 1, к. 303а.

Мержиевская Любовь павловна, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры «Двигателей и теплотехники», e-mail: lpm.dvz@gmail.com, тел. +38 044 280-56-21, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 303а.

Куций Петр Викторович, Национальный транспортный университет, аспирант кафедры «Двигателей и теплотехники», e-mail: Petro.Kutsyi@gmail.com, тел. +38 044 280-47-16, Украина, 01010, г. Київ, ул. Суворова 1, к. 303а.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Сахно В.П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри «Автомобілі», Київ, Україна.

Волков О.Ф., кандидат технічних наук, заступник завідувача ЛДВПЕ ДП «ДЕРЖАВТОТРАНСПОРТПРОЕКТ», Київ, Україна.

REVIEWER:

Sahno V.P., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, professor, department of motor vehicles, Kyiv, Ukraine.

Volkov O.F., Engineering (Ph.D.), deputy head LDVPE DP "DERZHAUTOTRANSNDIPROJECT", Kyiv, Ukraine.

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ТА ВИКОРИСТАННЯ АВТОПАРКУ УРСР У 1950-Х РР.

Горбань А.В., кандидат історичних наук, Київська державна академія водного транспорту імені гетьмана Петра Конашевича-Сагайдачного, Київ, Україна

THE FEATURES OF THE DEVELOPMENT AND USING FLEET OF USSR 1950 GG.

Gorban A.V., PhD., Kyiv State Maritime Academy after hetman Petro Konashevich-Sahaydachnyi, Kyiv, Ukraine

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОПАРКА УССР В 1950-Х ГГ.

Горбань А.В., кандидат исторических наук, Киевская государственная академия водного транспорта имени гетмана Петра Конашевича-Сагайдачного, Киев, Украина

Постановка проблеми. Після періоду інтенсивної відбудови шляхів сполучення, зруйнованих у роки війни в 1950-ті рр., продовжилася робота щодо розбудови транспортного комплексу республіки. Цей період якісно відрізнявся тим, що найбільша увага приділялася розвитку мережі удосконалених автомобільних шляхів сполучення. Для цього періоду був характерний стрімкий розвиток саме автомобільного транспорту: темпи приросту обсягів автомобільних перевезень почали випереджати темпи приросту залізничних перевезень. Укрупнення автомобільних господарств, розвиток перевезень переважно та за рахунок автогосподарств загального користування, організація централізованої доставки вантажів, відкриття регулярних міжміських ліній з перевезення вантажів – ось далеко не вичерпний перелік основних організаційно-технічних заходів, які сприяли підвищенню інтенсивності використання автомобільного парку та розвитку галузі в цілому. Однак, поряд з цим, ефективне функціонування галузі стримував ряд негативних факторів, які суттєво гальмували повноцінне використання наявного потенціалу транспорту.

Виклад основного матеріалу. Процес удосконалення технічних засобів, насамперед рухомого складу автотранспорту, розпочався вже в перші повоєнні роки. Цьому сприяла досить ефективно проведена конверсія промислових підприємств, які в роки війни випускали рухому техніку військового призначення. Завдяки збільшенню надходження в народне господарство нових автомобілів вітчизняного виробництва в складі автомобільного парку республіки доволі швидко й суттєво (на 70%) зменшилася кількість іномарок та застарілих автомобілів, що суттєво сприяло покращенню технічного стану та складу вантажного автомобільного транспорту [3,237].

Автомобільні заводи освоїли серійний випуск кількох нових типів машин підвищеної вантажопідйомності, призначених для використання на будівництві, у видобувній промисловості. Завдяки цьому структура автомобільного парку України стала більш різноманітною, (насамперед самоскиди), а отже, ефективнішою в ході виробничої експлуатації [2,35].

Збільшилася як загальна кількість, так і різновиди спеціалізованих автомобілів, удосконалювалося їх оснащення, зростав рівень механізації трудомістких вантажно-розвантажувальних робіт при транспортуванні вантажів. Завдяки новій техніці із середини 50-х років при вивезенні сільськогосподарських вантажів почали широко застосовуватися автопричеми. Це забезпечило підвищення продуктивності автомобілів. Так, на відповідній місцевості без складних підйомів, при вивозці цукрових буряків на полях Київщини, Вінниччини, Хмельниччини, Черкащини, нові автомобілі ЗІС-150, нерідко тягли по два причеми. За ініціативою водіїв Войтовецької автоколони Хмельницького автотресту вже в 1953 р. на перевезеннях цукрового буряку вперше почали застосовувати розвантажувальні автоскребки. За їх допомогою автомобіль розвантажувався за 3-4 хвилини, у той час як при ручному способі розвантаження за участі 2-3 чоловік цей процес тривав 40-50 хвилин. У 1956 р. автоскребки широко застосовували вже в Тернопільському, Львівському, Черкаському, Кіровоградському, Сумському, Полтавському, Київському облавтотрестах. Всього ж працювало – 2200 спеціалізованих автомобілів. Завдяки їх використанню число вантажників скоротилося на 9 тис. чол. [1,23].

Оснащення автогосподарств республіки новою технікою та зростання комплексної механізації всіх робіт суттєво сприяли підвищенню ефективності та експлуатації автомобілів [1,24]. Як наслідок, знизилася й собівартість автотранспортних перевезень. Так, собівартість перевезень у 1950 р. складала 1 крб. за т/км [4,5]. А в 1957 р. собівартість на автотранспорті в цілому знизилася вже до 59 коп., а автотранспортом загального користування навіть до 43,6 коп. [5,145].

Проте, незважаючи на суттєві досягнення, нерідко плани зі зниження собівартості вантажних перевезень не виконувалися повністю. Так, у 1955 р. собівартість т/км (автотранспортом загального користування) складала 48,4 коп. при плані 47,53. Половина автогосподарств не виконували планів прибутків, через що щорічно втрачалось понад 56 млн. крб. [3,115-116].

Отже, використання наявного автопарку поряд із досягненнями характеризувалося й рядом недоліків. Однією із причин цього було те, що склад парку машин був все ще недостатньо різноманітним. Багато років він поповнювався майже виключно машинами універсального призначення, в той же час економічно значно більш вигідним було нарощення спеціалізації автомобільного транспорту. Те ж і щодо вантажопідйомності. Переважна більшість автомобілів припадала на універсальні машини середньої вантажопідйомності [2,35]. У складі автопарку було надто мало машин великої вантажопідйомності, яких все більше не вистачало на чисельних будівництвах гідроелектростанцій, рудників, великих металургійних підприємств. Гостро не вистачало й спеціалізованих машин для міжміських перевезень продовольчих товарів. Особливо гостро відчувалася нестача автомобілів, обладнаних спеціалізованими термічними кузовами. А таких економічно високоефективних видів рухомого складу, як: трьохосні транспортні автомобілі, сидельні тягачі, причеми, напівпричеми для автопоїздів великої вантажопідйомності – у складі автопарку майже зовсім не було. Навіть на початку 1960 рр. вони складали лише 4 % всього автопарку (по РСРС) [2,35].

Водночас дуже низьким був і відсоток машин малої вантажопідйомності – 3 %, використання яких для перевезень дрібних партій було значно більш економічним, ніж універсальних [2,35].

Значну проблему становило й технічне обслуговування автопарку, оскільки навіть нові автомобілі нерідко мали заводські дефекти, не кажучи вже про ті, які експлуатувалися з років війни. Так, у листі секретаря парторганізації Львівської АТК до ЦК Компартії України йшла мова про те, що в 1951 р. підприємство отримало 10 машин, які мали суттєві дефекти. Їх довелося довго, до півроку, ремонтувати, адже потрібно було довозити запчастини на майже нові машини, а інколи навіть іти на їх комплектацію зношеними агрегатами та деталями [6,37-38].

Нераціональним був і сам процес розподілу автомобілів по автогосподарствах України. До того ж заплановане на 1950 – 1955 роки п'ятирічне завдання з укрупнення автогосподарств через відомчу неузгодженість так і не було виконано [3,248]. У народному господарстві в 1955 р. зберігався дуже значний відсоток дрібних автопідприємств, які мали до 10 машин – 87,4 % у порівнянні з 89,1 % в 1950 р. [3,237].

З цього приводу Міністр держконтролю Української РСР К. Караваєв у листі до Голови Ради Міністрів Української РСР у травні 1956 р писав, що неодноразові перевірки показали, що навіть в обласних центрах значна частина автомашин залишається розпорошеною по багатьох дрібних відомчих автогосподарствах, де вони використовуються не дуже раціонально. Це призводило до того, що в цілому по республіці середня собівартість вантажних перевезень була набагато вищою собівартості перевезень транспортом загального користування [3,158]. Так, у м. Одесі 1470 вантажних автомашин або 38,3 % до загальної кількості автомашин не загального користування (тобто машини, які були в складі відомчих автогосподарств) були розкидані по дрібних господарствах, що мали до 10 машин [3,159].

Ще не менш відрізною була ситуація в столичній, – Київській області. З цього приводу в спеціальній постанові Київського обкому КП України “Про заходи по покращенню роботи вантажного автомобільного транспорту Київської області та м. Києва” вказувалося, що більша частина автомобілів зосереджена по дрібних економічно нерентабельних автомобільних господарствах. Так, кількість автогосподарств з чисельністю від 1 до 5 автомобілів становила 1333. У них нараховувалося всього 2532 автомобілі [4,5]. З огляду на такий непривабливий стан справ було прийнято рішення невідкладно укрупнити дрібні, відомчі автомобільні господарства, організувавши для цього територіальні госпрозрахункові автотранспортні господарства [4,5].

Як зазначалося в інформації Міністра держконтролю К. Караваєва на адресу ЦК Компартії “Про серйозні недоліки у використанні вантажного автопарку у автогосподарствах Міністерства автомобільного транспорту та шосейних доріг УРСР” в той час, як в ряді автотрестів фактична наявність вантажних автомобілів перевищувала планову більше ніж удвічі, план вантажоперевезень

встановлювався виходячи із значно меншої кількості автомобілів у господарствах, як це навіть передбачалося плановими показниками. Але і за цих обставин у 1953 р. план вантажних перевезень не був виконаний по 31 міністерству і відомству республіки, так само як і з перевезення окремих важливих видів вантажів: палива, будматеріалів, лісоматеріалів, сировини, готової продукції. Однією із головних причин цього була бюрократична плутанина та адміністративна заангажованість, які доповнювалися низьким технічним станом автопарку та відсутністю дієвих стимулів боротьби за економію палива, що призводило до значних його перевитрат.

Так, по Проскурівській автотранспортній конторі за 9 місяців 1953 р. перевитрата бензину склала 20665 л. Це було наслідком того, що в цей період із загальної кількості 9429 машиноднів роботи, автомобільні бази працювали з перевитратою бензину 3023 машиноднів або 32,1 % [7,53].

Подібна ситуація склалася по Київському спеціалізованому будівельно-монтажному управлінню тресту «Укремваторбуд». Тут у 1952 р. перевитрати паливно-мастильних матеріалів становили 3500 л. Це пояснювалося складними умовами роботи автопарку на внутрішньо-будівельних перевезеннях, власне, в умовах без нормальних шляхів, будівельних майданчиків, зношеністю автомобілів та низькою кваліфікацією водійського складу [8,102]. До того ж внутрішньо-будівельні перевезення на короткі відстані займали велику питому вагу в загальних обсягах автоперевезень, що значною мірою знижувало коефіцієнт використання парку. При плані 0,58, він фактично становив лише – 0,36 [8,103].

В цілому ж низька продуктивність роботи вантажного парку визначалася ще кількома факторами: значні невиробничі простой вантажного автотранспорту під час вантажних операцій, порожні пробіги, використання автомобілів не за призначенням. Так, наприклад, на Кашперовському цукровому заводі вантажна машина була виділена для роз'їздів агронома, була неналежна тривалість робочого дня, а нерідко і взагалі простой через відсутність роботи. Інколи через відомчу розпорошеність цей показник взагалі набував просто загрозливих обсягів. Так, у 1955 році в цілому по республіці простой автомобілів становили 40,5 % з виділеного їм часу [3,245].

Давалися взнаки й інші чинники. Так, у 1953 р. вантажний парк трестів Ворошиловградської області простояв в очікуванні ремонту – 14,8 %, через бездоріжжя – 4,9 %, з технічних поломок на лінії – 4,1 %, через погану організацію вантажно-розвантажувальних робіт – 10,4 %, через невиконання продовження робочого дня – 10,6 %. В цілому загальні втрати робочого часу по автотрестах області склали 39,7 % [9,148]. Те ж саме спостерігалось й на автопідприємствах Станіславської області, де простой вантажних автомобілів у 1955 р. складали 42 % [4,56].

Таблиця 1 – Ефективність використання автомобільного транспорту Української РСР (1950 – 1957 рр.)

	1950	1955	1956	1957
Коефіцієнт використання автомобілів (%) автомобілів, які працювали) загального користування МАТШД	56,3	61	59,3	59,7
Автобусів	66,4	74	72,5	72,2
Вантажних таксомоторів	67,4	78,2	75,7	74,5
Коефіцієнт використання пробігу вантажних автомобілів (пробіг з вантажем в % до загального пробігу автомобілів загального користування)	57,2	54,1	53,8	53,9

[6,144]

Як свідчать матеріали вищенаведеної таблиці, в цілому картина з використанням автотранспорту була не надто відрадною. Якщо щодо автобусів спостерігалася, хоч і не надто вражаюча, проте все ж позитивна динаміка, то такий важливий показник, як коефіцієнт використання автомобілів практично «тупцював на місці», холості пробіги взагалі мали сталу тенденцію до зростання.

Про поширеність недоліків у роботі свідчить і наступне. Так, у Житомирському облавтотресті в тому ж 1955 р. простой автомашин на ремонтах були в 2,6 рази більше у порівнянні з нормативними і складали 101,4 тис. машино-днів або 21,4 % до загальної кількості машино-днів, відпрацьованих у господарстві. Основною причиною такого стану речей і була насамперед незадовільна робота ремонтної служби [3,115-116].

В цьому контексті слід зазначити, що авторемонтна база потужності, якою забезпечували автопарк республіки капремонтами, поступово зміцнювалась. Так станом на 1950 р. її потужності зросли у порівнянні з 1949 р. на 10,8 %, а у порівнянні з довоєнним 1940 р. навіть на 62,4 % [10,64].

Для покращення ремонтного забезпечення у 1950-х рр. було створено спеціалізований трест “Укравтообслуговування”, у відання якого було передано всі шиноремонтні заводи. Паралельно існував трест “Укравторемонт” [1,57]. Загалом на початку 1950-х рр. у системі Міністерства автомобільного транспорту Української РСР нараховувалося 29 спеціалізованих підприємств, які займалися виключно капремонтм автомобілів, у тому числі: 4 авторемонтні заводи і 2 авторемонтні майстерні з капремонту двигунів; 6 авторемонтних заводів і 4 авторемонтні майстерні загального ремонту автопокришок; 4 шиноремонтні заводи з виробництва компримірованого газу та 1 завод “Автогазопарат” з виготовлення газової апаратури високого тиску [11,2].

Здійснювалися доволі енергійні заходи з розширення виробничих потужностей Сімферопольського авторемонтного заводу, Криворізької та Артемівської авторемонтних майстерень. Завдяки цьому протягом 1951 – 1955 років щорічно ремонтувалося автомашин більше на 80 %, ніж в 1949 – 1950 роках [3,57-59]. У 1950 р. у республіці було започатковано створення станції технічного обслуговування безпосередньо на основних автомагістралях. Перші такі станції «швидкої допомоги» були відкриті на щойно спорудженій магістралі в республіці – Харків-Сімферополь у селищі Зелений Гай на Харківщині та на околиці Сімферополя [1,55].

Слід наголосити, що на авторемонтних та шиноремонтних заводах міністерства в цілому панувала творча атмосфера. Багато новаторів виробництва освоювали передові методи праці, значно перевищували норми виробітку, покращували технологію, підвищували якість ремонтів. Чудовими спеціалістами зарекомендували себе раціоналізатори С. Нікітін – автоелектрик Першого Київського авторемзаводу, Б. Міхєєв – токарь Дніпропетровського авторемзаводу, М. Семенюк – оператор Київського шиноремонтного заводу. Вони при високій якості продукції систематично виконували норми виробітку понад 200 % [12,7].

Працюючи переважно на старих ще фронтової доби машинах, переважно в умовах бездоріжжя, самовідданими показали себе водії. Про це промовисто свідчить вже той факт, що у автогосподарствах Міністерства автотранспорту Української РСР понад 67 % водійського складу брало активну участь у змаганні за перевиконання норм міжремонтного пробігу автомобіля. Так, у 1952 р. у вкрай неналежних умовах 824 водії не просто виконали, але й значно перевиконали свої особисті зобов'язання з подовження міжремонтних пробігів автомобілів. Завдяки цьому було зекономлено коштів, які мали піти на ремонт, на суму понад 3,6 млн. крб. Слід зазначити, що їх самовіддана праця була достойно винагороджена. Учасникам змагань було виплачено премій на суму 463 тис. крб. [12,7].

Слід зазначити, що в перше повоєнне п'ятиріччя дуже гостро постало питання ремонту автомобілів. Проте недостатній розвиток ремонтної бази автомобільного транспорту залишався на той час значною проблемою, яка буквально лихоманила галузь. Наявні потужності авторемонтних заводів та майстерень не задовольняли потреб. Та й сама якість ремонту автомобілів, який часто проводився в примітивних умовах, була низькою, а терміни ремонту були надто тривалими. В цілому розвиток ремонтної бази галузі значно відставав від потреб [4,5].

Про гостроту ситуації свідчить лист, який надіслав до особового сектору ЦК КПУ інструктор промислово-транспортного відділу ЦК Компартії України О. Трошин. Він, зокрема, вказував, що при перевірці МВС УРСР технічного стану автотранспорту республіки виявлені значні недоліки в організації експлуатації, а особливо ремонту машин [13,1].

Це призводило до того, що кількість несправних машин в цілому по Україні постійно зростала [10,64]. На 1 січня 1951 р. – загальна кількість несправних машин становила 21,8 % від загальної кількості, в тому числі вантажних – 22,3 %. Водночас у капітальному та середньому ремонті становила – 43,7 %. Як наслідок, простої автомашин через їх несправність досягали небувалих розмірів. Так, по механічному заводу Главхлібу (Київ) за 1950 р. простої склали 72 % у відношенні до всього бюджету часу знаходження машин у господарстві. Велику нестачу в авторемонтній базі відчували західні області України, де наявні заводи здійснювали лише ремонт моторів [10,71]. Через відсутність в цих областях авторемонтних заводів та нестачу необхідних потужностей для середнього ремонту автомобілі для капітального ремонту направлялися на заводи Києва, Сімферополя, Харкова, що призводило до нераціональних витрат значних коштів [4,53].

Про реальний стан справ свідчить ситуація, яка склалася в 1 господарстві Київського СМУ тресту «Укрелеваторбуд». У 1954 р. тут нараховувалося 34 вантажні автомашини. При цьому коефіцієнт використання парку замість 0,60 складав лише 0,41. Більшість машин, незважаючи на великий пробіг, “стояли і чекали капремонту” з 1950-1952 рр. Причиною цього було не те, що керівництво СМУ не приділяло належної уваги роботі ремонтної служби. Основною причиною була хронічна незабезпеченість запчастинами. Давала про себе знати й бюрократична обмеженість. Так, не

маючи нарядів на капремонт від Головбуду, керівництво СМУ змушене було йти на всілякі «викрутаси» аби здати в кінцевому разі державну автомашину в капремонт на державний же авторемзавод. Саме завдяки всіляким хитромудрим бюрократичним викрутасам у 1954 р. було здано-таки в ремонт 9 автомашин. Однак, на 1 січня 1955 р. з ремонту було забрано лише 4, тобто менше половину [14,101].

Особливо складним було становище з ремонтом автомобілів колгоспів, автопарк яких складав 12,4 % загальної кількості вантажівок в республіці. Ремонти тут проводилися власними силами, практично кустарним способом, до того ж при хронічній відсутності запчастин, які доводилося вишукувати самими немислимыми при нормальній роботі засобами. Тому не дивно, що такі ремонти здебільшого були неякісні та затратні [4,53].

Та й у більшості господарств обласотрестів запобіжна система обслуговування автомашин фактично була підмінена поточними ремонтами за заявками водіїв, а самі ремонтні бригади не мали належного обладнання пристроїв та інструментів [3,115-116].

В цілому наявні потужності авторемонтних заводів республіки могли забезпечувати капітальним і середнім ремонтом лише 21,6 % від загальної потреби в ремонті. Їх пропускна здатність на 1 січня 1951 р становила 5070 капремонтів автомобілів та 6020 капремонтів моторів [10,71].

У зв'язку з цим цілком логічно виглядала неодноразова пропозиція уряду республіки про передачу 2 авторемонтних заводів (Оріхівського на Запоріжжі та ім. Дергачова на Дніпропетровщині) у республіканське підпорядкування, але це питання так і залишалося не вирішеним [3,57-59].

Як неодноразово зазначав міністр автотранспорту Української РСР І. Хабло, навіть авторемонтні заводи міністерства, які проводили планові ремонти, вкрай незадовільно забезпечувалися такими запасними частинами, як: рама, лонжерон, траверси, радіатори, раструб, кардан, передня вісь, що систематично призводило до затримання випуску капремонтів автомобілів, у тому числі призначених для збиральної кампанії зернових та цукрових буряків [9,38].

Гостро давали про себе знати й інші негативні чинники. Так, за висновками заступника міністра державного контролю УРСР О. Стоянцева в цілому по Міністерству автомобільного транспорту республіки у 1955 р. 7,3 % цілком справного рухомого складу тривалий час простоювало виключно через відсутність автопокришок і бензину. Слід при цьому зазначити однак і те, що недотримання правил експлуатації автошин та незадовільна організація ремонту автогуми часто призводили до їх передчасного зношення та перевитрат пального [3,119].

Відсталість авторемонтної бази хронічно давала про себе знати і неналагодженістю завершеного технологічного процесу [11,2]. Це часто призводило до необхідності відправлення автомашин на ремонт та реконструкцію за межі республіки. Так, у 1955 р 427 автомобілів та 135 агрегатів було відправлено для ремонту за межі республіки [3,240].

Висновки. Протягом 1950-х рр. поступово тривало технічне удосконалення автомобільного транспорту Української РСР. Проте, зберігались і такі негативні моменти у його розвитку, як поповнення, переважно за рахунок універсальних машин, тоді як раціональна, економічно обгрунтована робота автотранспорту потребувала спеціалізації транспортних засобів. Неефективно здійснювався й організаційний розподіл автомобілів. Більша їх частина знаходилася в складі дрібних економічно завідомо нерентабельних автогосподарств. Ефективному використанню автотранспортних засобів заважав і їх низький технічний стан, який у свою чергу був наслідком відсталості авторемонтної бази. Негативно позначалися й часті простої, спричинені бюрократичною нерозпорядливістю, та хронічні недоліки в організації вантажно-розвантажувальних робіт.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Братченко И.И. Автомобильный транспорт и дорожное хозяйство Украинской ССР. / И. И. Братченко. – К. : Реклама, 1968. – 70 с.
2. Захаров А. Г. Развитие автомобильного транспорта/ А.Г. Захаров // Транспорт України. – К.: Знання, 1974. – 46 с.
3. Листування з міністерствами, центральними установами УРСР про розширення централізованих перевезень вантажів автотранспортом загального користування (12.02.1955-11.08.1956) // ЦДАВО. – Ф. Р2.– Оп. 9. – Спр. 1991.– Арк. 57-59, 115-116, 119, 128-132, 157-167, 217, 236-240.
4. Доповідні записки, інформації, довідки відділу, обкомів КПУ та Міністерства автомобільного транспорту УРСР про заходи по покращенню роботи вантажного автотранспорту, по впорядкуванню

та здешевленню структури управління (20.01.1956-26.12.1956) // ЦДАГО. – Ф. 1. – Оп. 77. – Спр. 685. – С. 5-7, 53-56, 72-74.

5. Народне господарство УРСР в 1957 р. – К. Держстатвидав, 1957. – 535 с.

6. Звіти про виконання планів перевезень по міністерству автомобільного транспорту УРСР (26.05.1951-31.12.1951) // ЦДАГО. – Ф. 1. – Оп. 77. – Спр. 468. – С. 30, 37-38.

7. Справки промышленно-транспортного отдела ЦК КПУ (1953) // ЦДАГО. – Ф. 1. – Оп. 77. – Спр. 571. – С. 1-8, 56,

8. Годовой отчет за 1952 г. (1952) // ЦДАВО. – Ф. 4888– Оп. 1. – Спр. 27.– Арк. 73, 101-102, 205.

9. Проект п'ятирічного господарського плану на 1951-1955 рр. по Міністерству автотранспорту УРСР (26.05.1951– 31.12.1951) // ЦДАВО. – Ф. Р2.– Оп. 8. – Спр. 3158.– С. 38, 108, 148.

10. Листування з міністерствами та центральними установами УРСР про розширення авторемонтної бази України (01.09.1951-06.11.1951) // ЦДАВО. – Ф. Р2.– Оп. 8. – Спр. 3155.– С. 61-74.

11. Довідки Міністерства автомобільного транспорту УРСР про роботу підприємств автотранспорту (14.04.1952-31.12.1952) // ЦДАГО. – Ф. 1. – Оп. 77. – Спр. 488. – С. 2.

12. Доклад Президиума Украинского республиканского комитета профсоюза рабочих автотранспорта (1953) // ЦДАВО. – Ф. 5052 – Оп. 1. – Спр. 313.– С. 6-7.

13. Копія вихідного листа Ради Міністрів СРСР, довідка промислово-транспортного відділу ЦК КПУ про виділення автотранспорту для народного господарства республіки, про недоліки в експлуатації автотранспорту (22.02.1954-29.11.1954) // ЦДАГО. – Ф. 1. – Оп. 24. – Спр. 3649. – 1с.

14. Годовой отчет за 1954 г. (1954) // ЦДАВО. – Ф. 4888– Оп. 1. – Спр. 37.– С. 101-102.

REFERENCES

1. Bratchenko I.I. Car transport and road sector of Ukrainian SSR. / I. I. Bratchenko. – K.: Advertising, 1968. – 70 p. (Rus)

2. Zakharov A.G. The development of the road transport / A.G Zakharov // Transport Ukraine. – K. : Knowledge, 1974. – 46 p. (Ukr)

3. Correspondence with ministries, central institutions of the Ukrainian SSR about increasing of transportation of goods by road general use (12.02.1955-11.08.1956) // TSDAVO. – F. R2.- Op. 9. – conjugation. 1991.- Ark. 57-59, 115-116, 119, 128-132, 157-167, 217, 236-240. (Ukr)

4. Memoranda, information, department information, and regional committees of the Communist Party of USSR Ministry of Road Transport of measures to improve the operation of trucks, to streamline and reduce the cost of management structure (20.01.1956-26.12.1956) // TSDAHO. – F. 1. – Op. 77. – conjugation. 685. – P. 5-7, 53-56, 72-74. (Ukr)

5. The economy of the USSR in 1957 – Derzhstatvydav K., 1957. – 535 P. (Ukr)

6. Report about discharge transportation plans by the ministry of road transport USSR (26.05.1951-31.12.1951) // TSDAHO. – F. 1. -Op. 77. – conjugation. 468. – P. 30, 37-38. (Ukr)

7. Reference of industrial transport department Committee of the Communist Party (1953) // TSDAHO. – F. 1. -Op. 77. – conjugation. 571. – P. 1-8, 56. (Rus)

8. General report at 1952 g (1952) // TSDAVO. – F. 4888- Op. 1. – Ref. 27. – P. 73, 101-102, 205. (Rus)

9. The project of five-year economic plan, 1951-1955 biennium. The Ministry of the USSR (26.05.1951- 31.12.1951) // TSDAVO. – F. R2.- Op. 8. – Ref. 3158.- 38, 108, 148 P. (Ukr)

10. Correspondence with ministries and central agencies of USSR to expand the base car repair Ukraine (01.09.1951-06.11.1951) // TSDAVO. – F. R2.- Op. 8. – conjugation. 3155. – P. 61-74. (Ukr)

11. Information Ministry of the Road Transport of the Ukrainian SSR of the enterprises of motor vehicles (14.04.1952-31.12.1952) // TSDAHO. – F. 1. -Op. 77. – conjugation. 488. – P. 2. (Ukr)

12. The report Prezydyuma of Ukrainian associations working committee vehicles (1953) // TSDAVO. – F. 5052 – Op. 1. – conjugation. 313. – P. 6-7. (Rus)

13. A copy of the original letter to the Council of Ministers, certificate of industrial and transport department of the Central Committee of the Communist Party of the selection of vehicles for the economy of the republic, the flaws in the operation of motor vehicles (22.02.1954-29.11.1954) // TSDAHO. – F. 1. – Op. 24. – conjugation. 3649. – 1P. (Ukr)

14. General report of 1954 (1954) // TSDAVO. – F. 4888- Op. 1. –Ref./ 37. – P. 101-102. (Rus)

РЕФЕРАТ

Горбань А.В. Особливості розвитку та використання автопарку УРСР у 1950-х рр. / А.В. Горбань// Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

У статті комплексно проаналізовано ряд питань, пов'язаних з підвищенням ефективності транспортних перевезень на автомобільному транспорті УРСР у 1950-х рр. Показано чинники, які обумовлювали незадовільне використання транспортних засобів та погіршення економічних показників перевізної роботи.

Об'єкт дослідження – автомобільний парк УРСР.

Мета роботи – проаналізувати чинники, які гальмували підвищенню ефективності використання автомобільного транспорту республіки в перше повоєнне десятиліття.

Проблема розвитку автопарку розглядалася у радянській літературі як складова процесу розвитку матеріально-технічної бази автомобільного транспорту та організації транспортних перевезень. Так, у колективній праці “Автомобильный транспорт и дорожное хозяйство Украинской ССР” [1] вказувалося на залежність зростання ефективності транспортних перевезень від його технічної реконструкції. Ряд аспектів, що стосувалися динаміки зростання обсягів та поліпшення організаційних аспектів перевізної роботи автомобільним транспортом у повоєнну добу, досліджувалася й у монографії А. Захарова [2]. Однак, в цілому ця складна і вкрай важлива для свого часу проблема не знайшла ще свого належного висвітлення.

Досліджено проблеми підвищення ефективності транспортних перевезень на автомобільному транспорті Української РСР у 1950-х рр. Показано як успіхи, так і недоліки, пов'язані з незадовільним станом автопарку республіки, структура якого була переобтяжена універсальними автомобілями, в той час, коли потрібно було збільшувати кількість вискоєфективних спеціалізованих машин та автомобілів різної вантажопідйомності. Встановлено, що труднощі щодо використання транспортних засобів та погіршення показників перевізної роботи були також наслідками нераціонального розподілу автотранспортних засобів по нерентабельним дрібним автогосподарствам, низьким технічним станом самих автомобілів, який був обумовлений відсутністю належної авторемонтної бази. Ситуація ускладнювалася й незадовільною організацією вантажно-розвантажувальних робіт, що спричинювало значні простой автотранспортних засобів і, як результат, призводило до підвищення собівартості автотранспортних перевезень.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ, ПЕРЕВІЗНА РОБОТА, СПЕЦІАЛІЗАЦІЯ РУХОМОГО СКЛАДУ.

ABSTRACT

Gorban A.V. The features of the development and using fleet of USSR 1950 gg. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

In this article the author gives a complex analysis of a number of problems connected with effectiveness increase of transportation on Ukrainian vehicles in 1950s. Factors which stipulated unsatisfactory usage of vehicles and declining of economic indexes in transportation.

Test subject – autopark of Ukrainian soviet socialist republic.

Object of research – to analyze the factors which hampered the efficiency rise of using the republic's automobile transport during the first post war decade.

The problem of autopark development was considered in Soviet literature as a component of the process of developing material and technical resources of the autotransport and organizing transportation. Thus, in the work “Autotransport and road sector in Ukrainian SSR” the dependence transportation efficiency raise upon its technical reconstruction was pointed out. The number of aspects concerning dynamics of raising the volumes and improvement of organizational aspects of automobile transportation during the post war period were the subject of research in the monograph of A. Zakharov. However, on the whole, this complex and quite important problem has not been lit properly yet.

The problems of the transportation efficiency raise in Ukrainian SSR in 1950s have been analysed. Both progress and shortcomings connected with unsatisfactory condition of autopark are shown. The structure of autopark was overloaded with universal automobiles while it was necessary to increase the number of high performance specialized vehicle of different cargo capacity. The author states that difficulties in transport usage and worsening of transportation indices were also through irrational distribution of vehicle between unprofitable small enterprises and low technical condition of vehicle caused by lack of proper vehicle repair base. The situation was complicated by unsatisfactory organization of loading/unloading operations, which caused considerable demurrages which led as a result to the traffic cost price raising.

KEY WORDS: VEHICLE, TRANSPORTATION, TRAFFIC SPECIALIZATION.

РЕФЕРАТ

Горбань А.В. Особенности развития и использования автопарка УССР в 1950-х гг. / А.В. Горбань // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье комплексно проанализированы ряд вопросов, связанных с повышением эффективности транспортных перевозок на автомобильном транспорте СССР в 1950-х гг. Показано факторы, которые привели к неудовлетворительному использованию транспортных средств и ухудшению экономических показателей перевозочной работы.

Объект исследования – автомобильный парк УССР.

Цель работы – проанализировать факторы, которые сдерживали повышение эффективности использования автомобильного транспорта республики в первое послевоенное десятилетие.

Проблема развития автопарка рассматривалась в советской литературе как процесс развития материально-технической базы автомобильного транспорта и организации транспортных перевозок. Так, в коллективном труде "Автомобильный транспорт и дорожное хозяйство Украинской ССР" [1] указывалось на зависимость роста эффективности транспортных перевозок от его технической реконструкции. Ряд аспектов, касающихся динамики роста объемов и улучшения организационных аспектов перевозочной работы автомобильным транспортом в послевоенное время, исследовалась и в монографии А. Захарова [2]. Однако, в целом эта сложная и крайне важная для своего времени проблема не нашла еще своего должного отражения.

Автомобильный транспорт Украинской ССР в 1950-х гг. показал как успехи, так и недостатки, связанные с неудовлетворительным состоянием автопарка республики, структура которого была перегружена универсальными автомобилями, в то время, когда нужно было увеличивать количество высокоэффективных специализированных машин и автомобилей различной грузоподъемности. Установлено, что трудности по использованию транспортных средств и ухудшения показателей перевозочной работы были также последствиями нерационального распределения автотранспортных средств по нерентабельным мелким автохозяйствам, низким техническим состоянием самих автомобилей, что было обусловлено отсутствием надлежащей авторемонтной базой. Ситуация осложнялась и неудовлетворительной организацией погрузочно-разгрузочных работ, что вызывало значительные простои автотранспортных средств и, как результат, приводило к повышению себестоимости автотранспортных перевозок.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ, ПЕРЕВОЗОЧНАЯ РАБОТА, СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА.

АВТОР

Горбань Анатолій Вікторович, кандидат історичних наук, Київська державна академія водного транспорту імені гетьмана Петра Конашевича-Сагайдачного, e-mail: ekaterinagoroshko@mail.ru, тел.. 0674646034, Україна, 04071, м. Київ, вул. Фрунзе, 9, к. 216.

AUTHOR

Gorban Anatoliy V. PhD., Kyiv State Maritime Academy after hetman Petro Konashevich-Sahaydachniy, e-mail: ekaterinagoroshko@mail.ru, tel.0674646034, Ukraine, 04071, Kyiv, Frunze str., 9, of 216.

АВТОР

Горбань Анатолій Вікторович, кандидат історических наук, Київська державна академія водного транспорту імені гетьмана Петра Конашевича-Сагайдачного, ekaterinagoroshko@mail.ru, тел.. 0674646034, Україна, 04071, Київ, ул. Фрунзе, 9, к. 216.

РЕЦЕНЗЕНТИ

Боняр С.М., доктор економічних наук, професор Київської державної академії водного транспорту імені гетьмана Петра Конашевича-Сагайдачного, професор кафедри маркетингу, транспортних технологій і логістики, Київ, Україна.

Козак Л.С., кандидат економічних наук, професор Національного транспортного університету, завідувач кафедри «Економіка», Київ, Україна

REVIEWER

Bonyar S.M. PhD, professor Kyiv State Maritime Academy after hetman Petro Konashevich-Sahaydachniy, professor, department of marketing, transport technology and logistics, Kyiv, Ukraine.

Kozak L.S., Ph.D., professor, National transport university, head, department of Economics, Kyiv, Ukraine

ЄВРОПЕЙСЬКА КРЕДИТНА ТРАНСФЕРНО-НАКОПИЧУВАЛЬНА СИСТЕМА
ОРГАНІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ (ECTS)

Гришук О.К., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Язвінська О.М., кандидат історичних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Ткаченко В.А., Національний транспортний університет, Київ, Україна

EUROPEAN COMMUNITY COURSE CREDIT
TRANSFER SYSTEM OF THE EDUCATIONAL PROCESS (ECTS)

Gryshchuk O.K. Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine

Yazvinska O.M., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine

Tkachenko V.A., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ЕВРОПЕЙСКАЯ КРЕДИТНАЯ ТРАНСФЕРНО-АККУМУЛИРУЮЩАЯ СИСТЕМА
ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА (ECTS)

Гришук А.К., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Язвинская Е.Н., кандидат исторических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Ткаченко В.А., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми. Інтеграція України до європейського освітнього простору потребує перегляду традиційних підходів до підготовки фахівців у вищій школі та моніторингу ефективності здійснюваних заходів. Актуальність статті детермінована необхідністю визначення основних аспектів академічної та професійної мобільності сучасного фахівця у контексті запровадження Європейської кредитної трансферно-накопичувальної системи (European Community Course Credit Transfer System – ECTS) як важливого пріоритету Болонського процесу.

Новий Законі України “Про вищу освіту” від 01.07.2014 р. № 1556-VII визначає ECTS як систему трансферу і накопичення кредитів, що використовується в європейському просторі вищої освіти з метою надання, визнання, підтвердження кваліфікацій та освітніх компонентів і сприяє академічній мобільності здобувачів вищої освіти. Система ґрунтується на визначенні навчального навантаження здобувача вищої освіти, необхідного для досягнення визначених результатів навчання, та обліковується у кредитах ECTS [4].

Ступінь розробленості проблеми. Проблематика викликає жвавий інтерес вітчизняних дослідників, серед яких: В. Андрущенко, І. Бабін, Я. Болюбаш, В. Грубінко, П. Давидов, Л. Даниленко, Ю. Демідова, І. Дичківська, М. Дмитриченко, М. Головань, В. Журавський, М. Згуровський, Б. Клименко, В. Кремень, Г. Лисак, Є. Пінчук, П. Сікорський, І. Совсун, М. Степко, Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, В. Шинкарук, О. Язвінська, В. Ямковий та ін.

Мета статті. Автори знаходять свій ракурс у розгляді специфіки нового підходу до потенціалу ECTS у контексті сприяння академічній і професійній мобільності сучасного фахівця.

Основний зміст роботи. Поняття “кредит-системи” вперше ввів президент Гарвардського університету, відомий діяч американської освіти Чарльз Еліот у 1969 р. Протягом наступних 10 років ця система була впроваджена не лише в Гарвардському університеті, а й в інших вищих навчальних закладах країни. Із 1992 р. почався другий етап розвитку “кредит-системи”. Комітет Національної освіти США запровадив кредити не лише в коледжах, але й у середніх школах, почав визначати кредитом обсяг змісту бакалаврського, магістерського та докторського ступенів.

Уже у той час у США система кредитів розглядалася як міра, заснована на часі навчання. Пріоритетом тут є такий феномен, як модульний курс із його “заліковими одиницями”. Вимоги до отримання ступенів представлені заліковими одиницями, а не оцінками іспитів або курсових робіт. Ці результати під спільною назвою “залікові одиниці” є своєрідною “мірою обігу”, “навчальною валютою” в системі вищої освіти США. “Залікові одиниці”, які накопичуються та зберігаються,

можуть передаватися з одного навчального закладу до іншого, з одного факультету на інший. Подібна практика дозволяє тимчасово припинити навчання з правом відновлення його пізніше. Система залікових одиниць значно полегшує перехід студентів із одного інституту до іншого й уможливує зв'язок між перерваним і відновленим навчанням. Відтоді система кредитів постійно вдосконалювалася.

Механізм накопичення кредитів було майже одночасно розроблено та запроваджено в Об'єднаному Королівстві, що було зумовлено прагненням до впорядкування й уніфікації системи численних кваліфікаційних свідоцтв, визначивши для кожного з різновидів певну кількість кредитів [12, с. 140–141].

Нині у світовій практиці вищої освіти використовують різноманітні системи залікових одиниць (рис. 1).

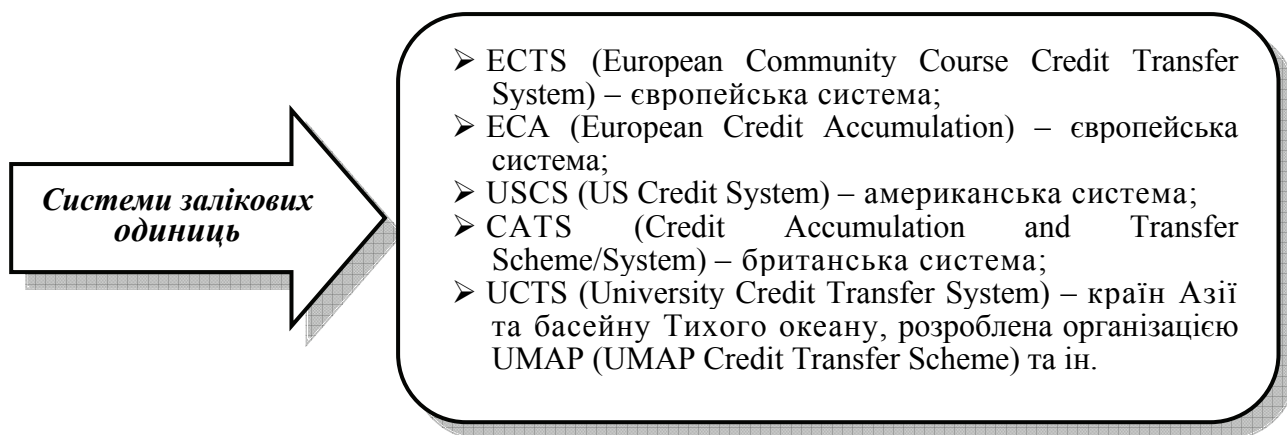


Рисунок 1 – Світові системи залікових одиниць

ECTS було розроблено у рамках міжнародного проекту SOCRATES/ERASMUS, спонсованого Європейською комісією протягом 1988–1995 рр., та апробованого у 145 вищих навчальних закладах Європи. У 1996–1997 рр. систему ECTS використали ще 38 університетів і 36 вищих навчальних закладів неуніверситетського типу. Експеримент засвідчив, що система ECTS показала себе ефективним інструментом для створення прозорих навчальних планів і сприяла академічному визнанню. У 1997–1998 рр. у 772 вищих навчальних закладах, а через два роки (1998–1999 рр.) ще у 290 було прийнято систему ECTS [12, с. 134–135]. 1997 року ECTS було рекомендовано до широкого використання Лісабонською Конвенцією з визнання кваліфікацій, що стосуються вищої освіти в європейському регіоні [1], а 1999 року вона стала однією з ключових вимог Болонської декларації [2], пізніше – інших основоположних документів Болонського процесу.

В основу системи ECTS покладені такі принципи:

- дотримання автономії країн і вищих навчальних закладів у галузі освітньої політики;
- міжнародна “прозорість” існуючих національних/регіональних освітніх систем і кваліфікацій має поліпшуватися;
- сумісність із будь-якою національною/регіональною освітньою системою, у якій може діяти або не діяти кредитна система;
- ECTS має застосовуватися до всіх видів програм і форм вищої освіти (денна, вечірня/заочна, дистанційна), а також охоплювати такий вид навчання, як навчання впродовж усього життя;
- використання існуючих механізмів системи ECTS: кредити, міжнародне перезарахування залікових кредитів, інформаційний пакет, реєстрація оцінки знань тощо;
- сумісність із загальноєвропейським “Додатком до дипломів” (Diploma Supplement), що пояснює та робить прозорими академічні та професійні кваліфікації вищої освіти [12, с. 135].

Передусім ECTS як система накопичення та передачі кредитів надає нові можливості тим, хто навчається. Зокрема, студенти можуть:

- переходити від вивчення однієї галузі знань до вивчення іншої всередині одного вищого навчального закладу;
- вивчати дисципліни інших вищих навчальних закладів у своїй країні або за рубежом;
- накопичувати кредити за попереднє навчання або навички (APL – акредитація попереднього навчання), отримані як традиційним, так і нетрадиційним шляхом, через навчання на робочому місці (APE – акредитація попереднього навчання методом експерименту);

- використовувати академічні кредити як кошти одержання звільнення від іспитів (тестування) зарубіжних і вітчизняних професійних освітніх агентств, і навпаки;
- поєднувати навчання повного академічного дня з вечірнім навчанням; продовжувати навчання після перерви [12, с. 133–134].

У контексті вищезазначеного доцільно ще раз наголосити на головних функціях ECTS. *Перша* – сприяння мобільності студентів і викладачів і спрощення переходів з одного університету до іншого. *Друга* – акумулююча: чітке визначення обсягів проведеної студентом роботи з урахуванням усіх видів навчальної та наукової діяльності. Сума кредитів визначає, на що здатний студент, який навчається за певною програмою.

Розглядаючи ECTS як систему накопичення і трансферу кредитів, можна дійти висновку, що передусім йдеться про те, щоб розділити навчальне навантаження на кредити, однакові в межах національної системи освіти. Згідно з офіційним європейським Довідником користувача ECTS, “кредити ECTS ґрунтуються на навчальному навантаженні, необхідному студентам для досягнення очікуваних результатів навчання. Результати навчання описують те, що, як очікується, має знати, розуміти чи вміти робити студент після успішного закінчення процесу навчання. Вони пов’язані з дескрипторами рівнів національних і європейської рамок кваліфікацій” [3].

Отже, як система організації навчального процесу ECTS вміщує основні три складові: **кредит, модуль, оцінювання** (рис. 2).



Рисунок 2 – Складові ECTS

Кредити ECTS – це відносне, а не абсолютне мірило навчального навантаження студента. Вони лише визначають, яку частину загального річного навчального навантаження становить один елемент навчального плану в закладі чи на факультеті, який призначає кредити. (Об’єм роботи студента, відображений у навчальному кредиті, представлений на рис. 3.).



Рисунок 3 – Об'єм роботи студента, відображений у навчальному кредиті

Отже, кредит забезпечує контроль повного обсягу навантаження студента, оскільки уможливорює кількісно охарактеризувати кожен навчальну дисципліну. Навіть за розгорнутої системи елективних курсів (курсів за вибором) система кредитів дозволяє відслідковувати виконання кожним студентом програми для отримання академічного ступеня.

Кредит-години вказують на структуру процесу навчання і відображають лише час, витрачений на певний предмет. Однак, вони не показують рівень знань студента. Різниця між успіхами студентів обумовлюється оцінкою. Студент отримує кредит (кредитну оцінку) лише після успішного завершення навчальної дисципліни, після виконання всіх вимог до курсу (всі форми оцінювання, успішні заліки, екзамени).

Результати екзаменів і заліків зазвичай виражаються в оцінках. Питання перезарахування оцінок – одна з найсуттєвіших проблем учасників ECTS, адже в Європі існує багато систем оцінювання. Тому постало нагальне завдання щодо активізації роботи з впровадження європейських критеріїв оцінювання знань студентів, їх практичної підготовки, компетентності, ефективності наукових досліджень. Саме з такою метою розроблено **шкалу оцінювання ECTS**, у якій національна шкала оцінок перекладається на семиступінчасту модель, за допомогою якої оцінки, отримані в різних країнах, можуть бути співвіднесені між собою (табл. 1).

Таблиця 1 – Шкала оцінювання: ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену	для заліку
90–100	A	відмінно	зараховано
82–89	B	добре	
74–81	C		
64–73	D	задовільно	
60–63	E		
35–59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0–34	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

Ще однією важливою складовою ECTS є **Додаток до диплома** – додатковий документ, який надають разом із дипломом про вищу освіту. Додаток до диплома розроблено Європейською комісією, Радою Європи та ЮНЕСКО для того, щоб установити міжнародне пересування та спростити академічне та професійне впізнавання кваліфікацій. Документ, закріплений за дипломом про вищу освіту, складають національною й англійською мовами із зазначенням сутності, рівня, змісту та статусу навчання. Додаток до диплома містить додаткову інформацію про національну систему вищої освіти. У ньому описується здобута кваліфікація (ступінь) вищої освіти за загальноприйнятим в європейському просторі вищої освіти зразком, де зазначається інформація про власника диплома, здобуту кваліфікацію, перелік вивчених дисциплін (модулів) та його успішність, систему оцінювання, академічні та професійні права.

Термін “диплом” має тут розширене значення, оскільки йдеться про довільні освітні документи атестаційного характеру (освітні кваліфікації). Класифікація ступенів і кваліфікацій має важливе значення, оскільки їх присвоєння свідчить про важливі перехідні рубежі від системи освіти до ринку праці в межах конкретної країни.

Тут важливо уявити розбіжності між змістом поняття “кваліфікація”, наданого в контексті Міжнародної стандартної класифікації занять і Лісабонської Конвенції про визнання кваліфікацій (1997) (див. рис. 4).



Рисунок 4 – Зміст поняття “кваліфікація”

Отже, за Болонськими домовленостями, “кваліфікація” – це документ, який засвідчує термін навчання в певному вищому навчальному закладі за певною програмою. Не фіксується кваліфікація роботи, яку ця людина виконує, чи буде виконувати.

Нині визначилися два типи міжнародного визнання дипломів (сертифікатів) і кваліфікацій, які вимагають двох типів оцінювання документів: академічне й професійне визнання.

Академічне визнання (academic recognition) стосується рішень про визнання, які дозволяють особі розпочати або продовжити курс навчання або надають право використати національне звання чи ступінь приймаючої країни на основі звання або ступеня, отриманих у рідній країні.

Професійне визнання (professional recognition) стосується методологій і процедур оцінювання документів з метою працевлаштування. Система професійних кваліфікацій відображає як національну систему освіти, так і класифікацію професій, галузей промисловості та групування самих фахівців. У деяких країнах, таких, як Німеччина та Нідерланди, більшість академічних кваліфікацій водночас є і професійними кваліфікаціями без додаткових вимог. А, скажімо, у Великобританії, професійні кваліфікації зазвичай присуджуються по завершенні спеціальної професійної підготовки після закінчення університету, або здобутої позауніверситетською освітою. Професійні вимоги можуть встановлюватися в національному законодавстві або професійних організаціях.

Академічне та професійне визнання переслідують різні цілі та можуть використовувати різні підходи та механізми. Однак, їх об'єднує методологія оцінювання освітнього компонента документа або кваліфікації [12, с. 153–155].

У контексті приєднання України до Болонського процесу вітчизняна система вищої освіти визначається сьогодні модернізаційними реформами, у тому числі впровадженням ECTS.

Упровадження ECTS у вищій школі України переслідує таку мету:

- досягнення відповідності стандартам європейського освітнього простору, яка виходить із знань, умінь і навичок, які є надбанням випускника;
- затребування українських освітянських кваліфікацій європейським ринком праці;
- затвердження загальноприйнятої та порівнянної системи освітньо-кваліфікаційних ступенів;
- упровадження стандартизованого додатка до диплома, модель якого розроблена Європейською Комісією, Радою Європи та UNESCO/CEPES і який містить детальну інформацію про результати навчання випускника; д) стимулювання викладачів і студентів вищих навчальних закладів до вдосконалення системи об'єктивного оцінювання якості знань;
- забезпечення “прозорості” системи вищої освіти й академічного та професійного визнання кваліфікацій (дипломів, ступенів, посвідчень тощо).

Проте, як засвідчують останнім часом фахівці, ідея ECTS, яку активно впроваджували в Україні під гаслами Болонського процесу, не мала жодного стосунку ані до болонських реформ, ані до європейської освіти загалом. Нею було підмінено систему ECTS (Європейську кредитну трансферно-накопичувальну систему) на кредитно-модульну систему [13]. Остання була розроблена українськими педагогами ще на початку 1990-х років, передбачуючи розподіл навчальних курсів на окремі модулі, кожен з яких повинен завершуватися певним видом письмової атестації (переважно – у формі тестів). Звісно, кредитно-модульна технологія навчання має певні переваги перед традиційним підходом до навчання, а саме: зміст матеріалу дисципліни розподілений на окремі змістові одиниці – модулі, які мають відносно самостійне значення; змінено форму спілкування викладача і студента на практичному занятті: опосередковано – через організацію кредитно-модульного навчання та безпосередньо індивідуально; самостійна робота студентів займає значну частину відведеного на навчання часу, в її процесі вони вчаться планувати, самоорганізовуватися та саморозвиватися; підвищується об'єктивність оцінювання навчання студентів – вона цілком залежить від суми набраних балів за кожний модуль; контроль якості навчання набуває більшої прозорості, оскільки є система накопичення балів і студенти мають змогу відстежувати свої оцінки; студенти мають можливість постійно контролювати власні досягнення у навчанні і т. ін. *Проте кредитно-модульна система не вирішує основного завдання ECTS – накопичення і трансферу (передачі) кредитів.*

Ідеєю кредитно-модульного навчання було офіційно підмінено ECTS у наказі МОН “Про затвердження Програми дій щодо реалізації положень Болонської декларації в системі вищої освіти і науки України на 2004-2005 роки” від 23.01.2004 р. № 49. У цьому документі у переліку заходів, що необхідно здійснити Україні пунктом 1.3 вказано “провести педагогічний експеримент щодо впровадження кредитно-модульної системи організації навчального процесу на основі критеріїв ECTS та тестування у вищих навчальних закладах” [8]. Після цього кредитно-модульна система у документі згадується ще шість разів. При цьому власне “болонська” система ECTS у документі згадується тільки двічі.

Останнім часом у нормативно-правовому забезпеченні організації навчального процесу у вищих навчальних закладах одночасно діяли кілька нормативних документів, а саме:

- “Положення про організацію навчального процесу у вищих навчальних закладах”, впроваджене в дію наказом МОН № 161 від 02.06.1993 р. [5];
- “Тимчасове положення про організацію навчального процесу в кредитно-модульній системі підготовки фахівців”, уведене в дію наказом МОН № 48 від 23.01.2004 р. [7];

– “Методичні рекомендації щодо запровадження Європейської кредитно-трансферної системи та її ключових документів у вищих навчальних закладах” (наказ МОН України від 26.02.1.2010 р. № 1/9-119 [10], розроблені на виконання наказу МОН № 943 від 16.10.2009 р. “Про запровадження у вищих навчальних закладах України Європейської кредитно-трансферної системи” [9].

Проте ані в них, ані в інших розпорядженнях МОН України публічного роз’яснення різниці між кредитно-трансферною системою та кредитно-модульною системою організації навчального процесу не було зроблено, не кажучи вже про відверте визнання помилки чи радше навіть відвертого непрофесіоналізму. Кредитно-модульну систему так само не було скасовано, що створило ще більший хаос і нерозуміння реформ з боку освітянської громадськості.

Разом з цим, ціла низка ключових елементів двох останніх, обов’язкових для виконання документів не повністю узгоджувалася між собою і викликали колізії під час їх реалізації. Скажімо, незадоволення науково-педагогічних працівників викликали завищені вимоги щодо документального оформлення супроводу навчального процесу (наприклад, структура та ведення індивідуального навчального плану студента, необхідність оформлення результатів атестації та сесії одночасно за трьома шкалами тощо). Необґрунтованою виявилась і практика виставляння підсумкових оцінок, особливо з дисциплін, що завершуються іспитом, лише на основі арифметичної суми результатів поточного контролю без проведення екзаменаційного контролю під час запланованої сесії. Значно затрималися українські ВНЗ і з наданням своїм випускникам дипломів і додатків до дипломів європейського зразка.

Це не лише призводило до зниження якості підготовки фахівців, гальмувало розвиток їх мобільності, але і суперечило рекомендаціям основних документів Болонського процесу.

Враховуючи вищезазначене, а також у зв’язку з набуттям чинності нового Закону України “Про вищу освіту” від 01.07.2014 р. № 1556-VII та з метою забезпечення академічної автономії вищих навчальних закладів Міністерством освіти і науки України 17 вересня 2014 р. було скасовано наказ МОН № 774 від 30.12.2005 р., який зобов’язав всі університети запровадити кредитно-модульну систему організації навчального процесу [11]. Згідно із положеннями нового Закону України “Про вищу освіту” питання організації навчального процесу відносяться до компетенції університетів, є складовою їх академічної автономії.

Проте офіційних роз’яснень з боку МОН України українськими вищими навчальними закладами ще не отримано. Водночас, Європейська кредитна трансферно-накопичувальна система організації навчального процесу (ECTS) продовжує залишатися безперечним пріоритетом Болонських домовленостей, що гарантує студентам мобільність, спрощення працевлаштування та отримання освіти за кордом. Тому сприятиме використання у повному обсязі її ключових документів (інформаційний пакет/каталог курсів; аплікаційна форма студента; угода про навчання; угода про практичну підготовку та зобов’язання про якість; академічна довідка; додаток до диплома європейського зразка), а також інструментів відповідно до вимог Довідника користувача ECTS 2009 р. [3], як це передбачено наказом МОН України № 943 від 16.10.2009 р. [9].

Висновки. Отже, ECTS – це орієнтована на особу, що навчається, система накопичення і трансферу кредитів, яка ґрунтується на прозорості результатів навчання та навчального процесу. Її метою є сприяння плануванню, наданню, оцінюванню, визнанню та підтвердженню кваліфікацій і навчальних модулів, а також сприяння академічній і професійній мобільності студентів. ECTS широко використовується у формальній вищій освіті та може застосовуватися для інших видів діяльності у навчанні впродовж життя.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Конвенція про визнання кваліфікацій, що стосуються вищої освіти в європейському регіоні: Лісабон, 11 квіт. 1997 р. (№ 165).
2. Про європейський простір вищої освіти: Спільна декларація міністрів освіти Європи, Болонья, Італія, 19 червня 1999 р.
3. Довідник користувача Європейської системи трансферу та накопичення кредитів (СКТС): Брюссель, 6 лют. 2009 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://eprints.kname.edu.ua/17926/1/ECTS_users_guide_final_ua.pdf
4. Про вищу освіту: Закон України від 01.07.2014 р. № 1556-VII.
5. Про затвердження Положення про організацію навчального процесу у вищих навчальних закладах: Наказ Міносвіти України від 02.06.1993 № 161.

6. Про проведення педагогічного експерименту з кредитно-модульної системи організації навчального процесу: Наказ МОН України від 23.01.2004 р. № 48.
7. Тимчасове положення про організацію навчального процесу в кредитно-модульній системі підготовки фахівців: Наказ Міносвіти України від 23.01.2004 р. № 48.
8. Про затвердження Програми дій щодо реалізації положень Болонської декларації в системі вищої освіти і науки України: Наказ Міносвіти України від 23.01.2004 р. № 49.
9. Про запровадження у вищих навчальних закладах України Європейської кредитно-трансферної системи: Наказ МОН України від 16.10.2009 р. № 943.
10. Методичні рекомендації щодо запровадження Європейської кредитно-трансферної системи та її ключових документів у вищих навчальних закладах: Наказ МОН України від 26.02.1.2010 р. № 1/9-119.
11. Про визнання таким, що втратив чинність, наказу Міністерства освіти і науки України від 30.12.2005 № 774: Наказ МОН України від 17.09.2014 р. № 1050.
12. Дмитриченко М. Ф. Вища освіта і Болонський процес: [навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл.] / М. Ф. Дмитриченко, Б. І. Хорошун, О. М. Язвінська, В. Д. Данчук. – К. : Знання України, 2006. – 440 с.
13. Совсун І. Р. Болонська система в українському прочитанні: про підміну понять і бюрократизацію [Електронний ресурс] / І. Р. Совсун. – Режим доступу: <http://education.unian.ua/408721-bolonska-sistema-v-ukrajinskomu-prochitanni-pro-pidminu-ponyat-i-byurokratizatsiyu.html>
14. Язвінська О.М. Проблема професійної мобільності сучасного фахівця в контексті фундаменталізації професійної підготовки / О. М. Язвінська // Вісн. Нац. транс. ун-ту : [у 2-х част. ; вип. 24]. – Ч. 1. – К.: НТУ 2011. – 256 с. – С. 32–36.

REFERENCES

1. Convention on the recognition of qualifications concerning higher education in the European region. Lisbon, 11th April 1997. (Ukr)
2. The European higher education area: The Joint Bologna Declaration of the European ministers of education. Bologna, Italy, 19th June 1999. (Ukr)
3. The reference manual of the user of the European Community Course Credit Transfer System (ECTS). Bruxelles, 6th February, 2009 [Electronic resource]. – Access: http://eprints.kname.edu.ua/17926/1/ECTS_users_guide_final_ua.pdf. (Ukr)
4. About higher education: Law of Ukraine of 01.07.2014 p. № 1556-VII. (Ukr)
5. About claim of Statute about organization of educational process in higher educational establishments: Order of Department of education and science of Ukraine of 02.06.1993 № 161. (Ukr)
6. About the leadthrough of pedagogical experiment from credit-module systems of organization of educational process: Order of Department of education and science of Ukraine of 23.01.2004 p. № 48. (Ukr)
7. Temporal position about the organization of educational process in credit-modular system of specialists's preparation: Order of Department of education and science of Ukraine of : 23.01.2004 p. № 48. (Ukr)
8. About claim of Program of actions on implementation of positions of the Bologna Declaration in system of a higher education and a science of Ukraine: Order of Department of education and science of Ukraine of 23.01.2004 p. № 49. (Ukr)
9. About introduction in higher educational establishments of Ukraine European credit-transfer systems: Order of Department of education and science of Ukraine of 16.10.2009 p. № 943. (Ukr)
10. Methodical recommendations in relation to introduction of European credit-transfer system and it key documents in higher educational establishments: Order of Department of education and science of Ukraine of 26.02.1.2010 p. № 1/9-119. (Ukr)
11. About confession such which lost an action, to the order of Department of education and science of Ukraine of 30.12.2005 № 774: Order of Department of education and science of Ukraine of 17.09.2014 p. № 1050. (Ukr)
12. Dmitrichenko, M.F., Horoshun, B.I., Yazvinska, O.M., Danchuk, V.D. (2006) Higher education and Bologna process. Tutorial manual. Kyiv: Znannya Ukrainy, 440 p. (Ukr)
13. Sovsun, I.R. Bologna system in the Ukrainian reading: about the substitution of concepts and bureaucratization [Electronic resource]. – Access: <http://education.unian.ua/408721-bolonska-sistema-v-ukrajinskomu-prochitanni-pro-pidminu-ponyat-i-byurokratizatsiyu.html>. (Ukr)

14. Yazvinska, O.M. The problem of professional mobility of modern specialist is in a context of fundamentalization of the professional training. Visnyk National Transport University. Kyiv: National Transport University, 2011, Vol. 24 [in two parts]. P. 2., 256 p., pp. 32–36. (Ukr)

РЕФЕРАТ

Гришук А.К. Європейська кредитна трансферно-накопичувальна система організації навчального процесу організації (ECTS) / А.К. Гришук, О.М. Язвінська, В.А. Ткаченко // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

У статті висвітлено новий підхід до потенціалу Європейської кредитної трансферно-накопичувальної системи організації навчального процесу (ECTS). Метою запровадження ECTS є забезпечення якості вищої освіти й інтеграція національної системи вищої освіти в європейське та світове освітнє співтовариство. Пріоритетом ECTS стало сприяння академічній і професійній мобільності сучасного фахівця.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЄВРОПЕЙСЬКА КРЕДИТНА ТРАНСФЕРНО-НАКОПИЧУВАЛЬНА СИСТЕМА ОРГАНІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ (ECTS), БОЛОНСЬКИЙ ПРОЦЕС, ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ПРОСТІР ВИЩОЇ ОСВІТИ, КВАЛІФІКАЦІЯ, АКАДЕМІЧНА МОБІЛЬНІСТЬ, ПРОФЕСІЙНА МОБІЛЬНІСТЬ, НАВЧАННЯ ВПРОДОВЖ ВСЬОГО ЖИТТЯ

ABSTRACT

Gryshchuk O.K., Yazvinska O.M., Tkachenko V.A. European Community Course Credit Transfer System of the Educational Process (ECTS). Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

In the article the new approach to potential of the European community course credit transfer system (ECTS) of the learning process (ECTS) is reflected, the main principles of which are reflected in the documents of the Bologna Process. The purpose of ECTS's implementation is support the higher education's quality and the integration of national higher education's system into the European and world higher education areas. The basic priority of ECTS is the assistance academic and professional mobility of the modern specialist.

The Bologna Process – a system of measures European government agencies, universities, intergovernmental and non-governmental organizations related to higher education, aimed at structural reform of national systems of higher education in Europe to create a European Research Area in order to increase the capacity of graduates to employment, raising the competitiveness of European higher education. An analysis of the integration process of higher education in Europe is the result of generalization, purposeful collective understanding of objective socio-economic and political processes of their interaction with her educational systems.

The possibilities offered by the system ECTS educational institutions and students: the adoption of clear and comparative degrees, making the education system that initially is based on two cycles, establishing a system of credits, the development of internships and the development of European cooperation in quality control of education, the development of the European dimension in higher education, lifelong learning, establishing closer links between the European Higher Education Area and European Research, higher education institutions and students.

Of primary importance are the introduction of a system of credits as an accepted means of qualitative and quantitative measurement of the educational process, the development of internships as a practical way of integrating learning based on quality criteria and credits. In this regard, an important role to play ECTS.

KEYWORDS: EUROPEAN COMMUNITY COURSE CREDIT, TRANSFER SYSTEM OF THE EDUCATIONAL PROCESS (ECTS), EUROPEAN HIGHER EDUCATION AREA, QUALIFICATION, BOLOGNA PROCESS, ACADEMIC MOBILITY, PROFESSIONAL MOBILITY, LIFELONG LEARNING

РЕФЕРАТ

Гришук, А.К. Европейская кредитная трансферно-аккумулирующая система организации учебного процесса (ECTS) [Текст] / А.К. Гришук, Е.Н. Язвинская, В.А. Ткаченко // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье отражен новый подход к потенциалу Европейской кредитной трансферно-аккумулирующей системы организации учебного процесса (ECTS). Целью внедрения ECTS является обеспечение качества высшего образования и интеграция национальной системы высшего

образования в европейское и мировое пространства высшего образования. Приоритетом ECTS стало содействие академической и профессиональной мобильности современного специалиста.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ЕВРОПЕЙСКАЯ КРЕДИТНАЯ ТРАНСФЕРНО-АККУМУЛИРУЮЩАЯ СИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА (ECTS), БОЛОНСКИЙ ПРОЦЕСС, ЕВРОПЕЙСКОЕ ПРОСТРАНСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ, КВАЛИФИКАЦИЯ, АКАДЕМИЧЕСКАЯ МОБИЛЬНОСТЬ, ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ МОБИЛЬНОСТЬ, ОБРАЗОВАНИЕ В ТЕЧЕНИЕ ВСЕЙ ЖИЗНИ

АВТОРИ:

Гришук Олександр Казимирович, кандидат технічних наук, професор, завідувач кафедри туризму, проректор з навчальної роботи Національного транспортного університету, академік Транспортної академії України, Відмінник освіти України, нагороджений Почесним знаком Міністерства освіти і науки України “Петро Могила”, e-mail: gryshchuk@ntu.edu.ua, тел. +380442804667, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1.

Язвінська Олена Миколаївна, кандидат історичних наук, доцент, доцент кафедри теорії та історії держави і права Національного транспортного університету, Відмінник освіти України, e-mail: history@ntu.edu.ua, тел. +380442846807, Україна, 01010, м. Київ, вул. Кіквідзе 42,

Ткаченко Валентина Андріївна, доцент кафедри транспортного права та логістики Національного транспортного університету, начальник навчально-методичного відділу Національного транспортного університету, e-mail: tva-ntu@ukr.net, тел. +380442804582, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1.

AUTHORS:

Gryshchuk O.K. Ph.D., professor, National Transport University, head of the department «Tourism», pro-rector on educational work, e-mail: gryshchuk@ntu.edu.ua, tel. +380442804667, Ukraine, 01010, Kyiv Suvorov St., 1.

Yazvinska O.M., candidate of historical sciences, National Transport University, associate professor of the department «Theory and History of State and Law», e-mail: history@ntu.edu.ua, tel. +380442846807, Ukraine, 01010, Kyiv, Kikvidze St., 42.

Tkachenko V.A., National Transport University, associate professor of the department «Transportation Law and Logistics», the chief of the study-methodical department of National Transport University, e-mail: tva-ntu@ukr.net, тел. +380442804582, Ukraine, 01010, Kyiv Suvorov St., 1.

АВТОРЫ:

Гришук Александр Каземирович, кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедры туризма, проректор по учебной работе Национального транспортного университета, академик Транспортной академии Украины, Отличник образования Украины, награжден Почетным знаком Министерства образования и науки Украины “Петр Могила”, e-mail: gryshchuk@ntu.edu.ua, тел. +380442804667, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1.

Язвинская Елена Николаевна, кандидат исторических наук, доцент, доцент кафедры теории и истории государства и права Национального транспортного университета, Отличник образования Украины, e-mail: history@ntu.edu.ua, тел. +380442846807, Украина, 01010, г. Киев, ул. Киквидзе 42, к. 316.

Ткаченко Валентина Андреевна, доцент кафедры транспортного права и логистики Национального транспортного университета, начальник учебно-методического отдела Национального транспортного университета, e-mail: tva-ntu@ukr.net, тел. +380442804582, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Хорошун Б.І., доктор історичних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри теорії та історії держави і права, Київ, Україна.

Мельниченко О.І., кандидат технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри транспортного права і логістики, Київ, Україна.

REVIEWER:

Horoshun B.I., Ph.D., Historical (Dr.), professor, National Transport University, head of the department «Theory and History of State and Law», Kyiv, Ukraine.

Melnichenko O.I., Ph.D., professor, National Transport University, professor of the department «Transportation Law and Logistics», Kyiv, Ukraine.

ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ ПАРТНЕРСТВА
В ПРОЕКТАХ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ

Грисюк Ю.С., кандидат економічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Лабута А.В., Національний транспортний університет, Київ, Україна

RESEARCH OF MODELS OF PARTNERSHIPS IS IN PROJECTS
OF DEVELOPMENT OF A TRANSPORT INDUSTRY

Grysjuk Y.S., Ph. D., National Transport University, Kyiv, Ukraine

Labuta A.V., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ ПАРТНЕРСТВА
В ПРОЕКТАХ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ

Грисюк Ю.С., кандидат экономических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Лабута А.В., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Вступ.

Транспорт являє собою один з секторів, у якому розвиваються різні моделі державно-приватного партнерства. Необхідність реалізації проектів партнерств на транспорті обумовлена високою потребою економіки країни в приватних інвестиціях, забезпеченням ефективного використання виробничих потужностей, що перебувають в державній або муніципальній власності, підвищенням якості товарів, робіт та послуг. Для цього держава в рамках партнерства приймає на себе певну частину витрат, ризиків, а також використовує наявний адміністративний ресурс для підвищення привабливості відповідного проекту для недержавного учасника.

Мета дослідження, постановка задачі.

Незадовільний стан транспортної галузі пояснюється недостатнім рівнем інвестування; обмеженим фінансуванням з державного та місцевих бюджетів; відсутністю коштів на відтворення основних виробничих фондів внаслідок зниження їх вартості та недостатнього рівня амортизаційних відрахувань; відсутністю інвестицій на умовах концесій; недосконалістю механізмів лізингу. Нестача інвестицій призвела до стрімкого старіння рухомого складу та транспортної інфраструктури, що зумовлює невідповідність технічного і технологічного рівня вітчизняного транспорту європейським вимогам. Залишається низьким рівень сервісного обслуговування та ремонту рухомого складу автомобільного транспорту, недостатньо використовується наявний транзитний потенціал і вигідне географічне положення країни [1]. Ці всі недоліки визначають необхідність дослідження моделей та впровадження механізму партнерства з метою залучення ресурсів для змішаного фінансування розвитку транспортної галузі України, поєднання державних, муніципальних капітальних вкладень та приватного капіталу інвесторів.

Матеріали досліджень.

Державно-приватне партнерство стає актуальним у всіх сферах економіки, у тому числі і в транспортній галузі. Аналіз теорії та практики застосування поняття «державно-приватне партнерство» показує, що в самому загальному вигляді воно являє собою будь-які форми взаємодії на договірній основі держави й приватного бізнесу, спрямованого на підвищення якості та забезпечення доступності надаваних послуг населенню, а також на залучення в економіку приватних інвестицій [2].

Державно-приватне партнерство це юридично оформлена система взаємин партнерів, спрямована на спільну реалізацію інвестиційних проектів, заснована на справедливому розподілі необхідних організаційних, фінансових, виробничих й інших ризиків, і забезпечуюча сторонам прийнятний результат [3].

Аналіз реалізованих проектів державно-приватного партнерства в галузі транспорту, проведений Всесвітнім банком даних, реалізованих в світі з 1990 по 2013 роки, становить 1553 проекти, тоді як загальна кількість виконаних проектів державно-приватного партнерства в галузі транспорту в Україні за 23 роки складає всього 1 проект (реалізований в 2003 році, вартістю 130 мільйонів доларів США) [4]. Дослідження Всесвітнього банку дає всебічну інформацію про світовий досвід реалізації проектів на основі державно-приватного партнерства на транспорті та значний обсяг матеріалу для узагальнення, аналізу та запозичення прогресивного досвіду в розглянутій області для інших країн.

Оскільки партнерство використовується з метою забезпечити фінансування, проектування, будівництва та експлуатації об'єктів інфраструктури для надання традиційних державних послуг, підвищення якості життя населення та позитивного впливу на економічний розвиток країни, розглянемо ключові особливості такого партнерства.

Досвід закордонних держав дозволяє визначити ключові відмінності партнерства від інших форм взаємодії держави та бізнесу:

- тривалі терміни дії угод про партнерство;
- спільні проекти під конкретний об'єкт з визначеними датами початку та завершення;
- неординарні форми фінансування проектів: за рахунок приватних інвестицій, доповнених державними фінансовими ресурсами, або ж спільне інвестування декількох учасників;
- реалізація партнерських відносин в умовах конкурентного середовища (за кожен контракт або концесію відбувається конкурентна боротьба між декількома потенційними учасниками);
- нестандартні форми відповідальності між партнерами: держава встановлює цілі проекту з позиції інтересів суспільства та визначає якісні параметри, здійснює моніторинг реалізації проектів, а приватний партнер, у свою чергу, бере на себе оперативну діяльність на різних стадіях проекту – розробки, фінансування, будівництва та експлуатації, управління і реалізації послуг споживачам;
- розподіл ризиків між учасниками проектів на договірній основі [2].

Існує декілька підходів, щодо класифікації моделей партнерств. Причому, поняття «модель» ще не є визначеним для категоризації партнерств, тому крім даного поняття [5], у літературі широко використовуються синоніми виду: «форма» [6], «тип» [7], «підхід» [8], «схема» [9] та ін. [3].

Першим підходом, відповідно до якого, основні моделі державно-приватного партнерства, що використовуються для реалізації проектів в транспортній галузі країн Європейського союзу класифікуються наступним чином [6]:

1. «Сервісний контракт» – угода між державним органом і приватною компанією про передачу простих, короткострокових експлуатаційних державних потреб. Це найбільш проста та обмежена по ступеню участі приватного сектора модель партнерства, при якій приватна компанія забезпечує експлуатацію державних активів протягом короткого періоду часу. Керування та інвестиційні зобов'язання здійснюються державою, що зберігає за собою фінансові ризики, ризики залишкової вартості основних коштів та ін., замість цього держава одержує висококваліфіковані послуги приватного сектора по експлуатації транспортного об'єкта, забезпечуючи тим самим економію бюджетних експлуатаційних витрат, у порівнянні з експлуатацією даного об'єкта державною структурою. Крім того, у держави залишається функція контролю якості надаваних приватним сектором послуг при експлуатації об'єкта. Дана модель може застосовуватись для збору плати з користувачів об'єктом, що забезпечує населення транспортними послугами і т.д.

2. «Контракт на керування та експлуатацію» – угода між державним органом і приватною компанією, відповідно до якої, відповідальність за управління та експлуатацію об'єкта передається приватному сектору. Контрактний період зазвичай досить короткий, але, як правило, може бути продовжений. Винагорода приватному сектору виплачується на фіксованій або диференційованій основі, з урахуванням премій, пов'язаних з досягненням конкретних цільових показників. Фінансові ризики несе держава. Цей тип контракту дозволяє державі збільшити ефективність як самого процесу надання послуг споживачам, так і інвестицій у техніку та технології. Причиною є більша зацікавленість приватного оператора в підвищенні якості послуг для скорочення загальних витрат і зменшення ризиків попиту на стадії експлуатації. Такий контракт найбільш придатний у так званий «перехідний період», що в остаточному підсумку веде до приватизації державного майна.

3. «Орендний договір» – угода, при якому приватна компанія одержує доходи, сгенеровані державним активом – транспортним об'єктом, в обмін на фіксовані орендні платежі та обов'язок

експлуатувати об'єкт, підтримуючи його в стані експлуатаційної готовності. Оскільки при цьому ризики попиту приймає на себе приватна сторона, то вона буде зацікавлена в досягненні максимальної експлуатаційної ефективності. Однак дана угода може стати прибутковою для приватної компанії у випадку, якщо надавані нею при експлуатації транспортного об'єкта послуги будуть відповідати вимогам, пропонованим з боку користувачів цими послугами. У держави при цьому залишаються будівельні ризики по модернізації об'єкта та фінансові ризики. Ця модель партнерства є найбільш оптимальною при наданні послуг громадським транспортом. У більш складних орендних моделях, таких як BBO, LDO чи WAA (табл. 1), як правило, будівельні ризики передаються приватній компанії, що знімає даний тягар з держави.

4. «Будівництво “під ключ”» або «Будівництво, експлуатація й передача» – є інтегрованою моделлю партнерства, при якому приватний сектор бере на себе відповідальність за проектування, будівництво та експлуатацію проекту. Об'єднання при цьому всіх можливих на різних стадіях реалізації проекту ризиків у рамках одного договору, з одного боку, не вимагає від держави значних бюджетних вкладень на експлуатацію об'єкта, а з іншого боку – спонукає приватну сторону до збільшення ефективності реалізації такого проекту. Дана модель передає приватній компанії операційні витрати на етапі проектування та будівництва, чим стимулює до кращого планування та керування бізнес-процесами всередині компанії. У цьому варіанті держава приймає на себе фінансові ризики, однак, на відміну від інших моделей партнерств, втрачає контроль на важливих етапах життєвого циклу проекту.

5. «Проектування, будівництво, фінансування та експлуатація» – модель, у якій приватний партнер проектує об'єкт відповідно до вимог державних органів, фінансує його будівництво, потім переходить до фази експлуатації. Після закінчення терміну контракту активи можуть бути повернуті державі, якщо це передбачено умовами контракту. «Проектування, будівництво, фінансування та експлуатація» – найбільш складна модель, що включає в себе необхідність приватної сторони забезпечувати будівельну та експлуатаційну ефективність на відміну від попередніх типів моделей. Найпоширенішим підвидом даної моделі є модель, реалізована на основі концесійної угоди, в ній приватний інвестор проектує, фінансує, будує та експлуатує інфраструктуру, що генерує доходи, в обмін на право збору доходів протягом терміну дії концесійної угоди, це як правило, 25-30 років. Інфраструктурні активи залишаються у власності держави. Ця модель добре підходить для реалізації проектів в автодорожній галузі, тобто таких проектів, де за зроблені послуги можливий збір плати з користувачів. Іншим розповсюдженим різновидом вищезазначеної моделі є договори, пов'язані з роздержавленням основних фондів, при яких державні активи повністю або частково продаються приватному сектору. При повному продажі активів держава грає тільки регулюючу роль, захищаючи користувачів від монополістичних цін та обмеження переліку надаваних послуг. Якщо держава залишає частину активів у своїх руках, то лише з метою контролю якості надаваних новим власником активів послуг. Модель «Проектування, будівництво, фінансування та експлуатація», як і інші моделі, може бути адаптована до обліку специфічних особливостей конкретного проекту (табл. 1).

Таблиця 1 – Особливості моделей партнерств Європейського союзу

Моделі партнерств та їх форми	Особливості застосування та реалізації
«Сервісний контракт»	Приватна сторона забезпечує експлуатацію державних активів протягом короткого періоду часу. Керування активами здійснює держава та несе фінансові ризики.
«Контракт на керування й експлуатацію»	Приватна сторона керує та експлуатує державні активи. Її доходи залежать від відповідності рівня надаваних послуг вимогам держави і споживачів. Фінансові ризики несе держава.
«Орендний договір»: – «Купівля, будівництво та експлуатація» (BBO – Buy, Build, and Operate); – «Оренда, реконструкція та експлуатація» (LDO – Lease, Develop, and Operate); – «Розширення (WAA – Wraparound addition)	Приватна сторона орендує державні активи, реконструює, розширяє їх, потім експлуатує без зобов'язань повернути назад активи державі

Моделі партнерств та їх форми	Особливості застосування та реалізації
«Будівництво, експлуатація та передача»: – «Будівництво, володіння, експлуатація та передача (BOOT – Build, Own, Operate, and Transfer); – «Будівництво, оренда, володіння та передача» (BROT Build, Rent, Own, and Transfer); – «Будівництво, оренда, експлуатація і передача (BLOT Build, Lease, Operate, and Transfer); – «Будівництво, передача і експлуатація» (BTO Build, Transfer, and Operate)	Приватна сторона проектує та будує активи, експлуатує їх і повертає державі по закінченню терміну контракту або раніше в оговорених випадках.
«Проектування, будівництво, фінансування та експлуатація»: – «Будівництво, володіння та експлуатація» (BOO Build, Own, and Operate); – «Будівництво, модернізація та експлуатація» (BDO Build, Develop, and Operate); – «Проектування, будівництво, управління та фінансування» (DCMF Design, Construct, Manage, and Finance)	Приватна сторона проектує, будує, володіє, модернізує та експлуатує активи без зобов'язань їх повернення державі.

Другим підходом є прийнята Всесвітнім банком практика [4], частково відрізняється від наведеної вище класифікації, головним чином ступенем залучення та передачі ризиків проекту від держави приватному сектору, крім класифікації найпоширеніших моделей державно-приватного партнерства. Даний підхід диференціює партнерства за наступними чотирма категоріями:

1. «Контракти на керування та оренду» – модель партнерства, коли приватна компанія бере на себе управління державним транспортним об'єктом на фіксований період часу. При цьому право власності та обов'язок фінансування залишаються в державі. У дану групу попадають наступні різновиди даної моделі:

- «Контракт на керування» (MC – Management Contract) – держава оплачує приватній компанії витрати по керуванню своїми активами; за експлуатаційні ризики несе відповідальність держава;

- «Договір оренди» (LC – Lease Contract) – держава надає транспортні об'єкти в оренду приватному оператору на платній основі; експлуатаційні ризики приватна компанія бере на себе;

2. «Концесії» (Concessions) – модель партнерства, коли приватний сектор приймає на себе керування приналежній державі власністю і значні інвестиційні ризики протягом певного періоду. Концесії підрозділяються на наступні види:

- «Відновлення (реконструкція), експлуатація та передача» (ROT – Rehabilitate, Operate, and Transfer) – приватний інвестор відновлює (реконструює) існуючий об'єкт, потім здійснює його експлуатацію протягом встановленого договірному терміну, приймаючи на себе пов'язані із цим ризики, а потім повертає об'єкт державі;

- «Відновлення, оренда та передача» (RLT- Rehabilitate, Lease or Rent, and Transfer) – приватний інвестор відновлює або реконструює існуючий об'єкт, потім орендує або бере його в державного власника в лізинг на обговорений у контракті період часу, приймаючи на себе всі пов'язані із цим ризики, а потім повертає його державі;

- «Будівництво, відновлення, керування та передача» (BROT – Build, Rehabilitate, Operate, and Transfer) – приватна компанія здійснює нове будівництво чи реконструкцію об'єкта, експлуатує його протягом періоду дії контракту, приймаючи на себе всі пов'язані із цим ризики, а потім повертає його державі;

3. «Проекти “із чистого аркуша”» (Greenfield Projects) – приватна компанія або спільне державно-приватне підприємство здійснює будівництво та експлуатацію нового об'єкта протягом періоду контракту, після закінчення якого об'єкт може бути повернутий державі. До даної групи відносяться наступні різновиди моделі:

– «Будівництво, оренда та передача» (BLT – Build, Lease, and Transfer)-приватний інвестор здійснює будівництво нового об'єкта, приймаючи на себе власні ризики, передає готовий об'єкт у власність державі, потім орендує та експлуатує його, приймаючи на себе всі ризики до закінчення терміну оренди. Держава забезпечує приватній компанії гарантію мінімального доходу через викуп послуг транспортних об'єктів на тривалий період або компенсацію мінімального трафіка;

– «Будівництво, експлуатація та передача» (BOT – Build, Operate, and Transfer) – приватний інвестор здійснює будівництво та експлуатацію нового об'єкта, приймаючи на себе ризики, потім передає його державі по закінченні терміну дії контракту. Приватний інвестор може мати право власності на створені об'єкти протягом контрактного періоду. Держава забезпечує приватній компанії гарантію мінімального доходу через викуп послуг транспортних об'єктів на тривалий період або компенсацію мінімального трафіка;

– «Будівництво, володіння та експлуатація» (BOO – Build, Own, and Operate) – приватний інвестор здійснює будівництво, володіння та експлуатацію нового об'єкта, приймаючи на себе всі ризики. Держава забезпечує приватній компанії гарантію мінімального доходу через викуп послуг інфраструктурних об'єктів на тривалий період або компенсацію мінімального трафіка;

– «Комерсант» (Merchant) – приватний інвестор здійснює будівництво нового інфраструктурного об'єкта, вигравши конкурс на вільному конкурентному аукціоні, за умовами якого держава не надає гарантію доходу приватному інвестору. Приватна компанія приймає на себе всі будівельні, експлуатаційні та інші ризики по проекту;

– «Оренда» (Rental) – приватний інвестор здійснює будівництво, володіння та експлуатацію нового об'єкта, приймаючи на себе всі ризики, а потім передає його в оренду державі, зазвичай на період від 1 року до 15 років. Держава забезпечує приватному партнеру гарантію мінімального доходу через викуп послуг об'єктів на короткий період;

4. «Передача активів» (Divestitures) – приватна компанія купує пакет акцій державного підприємства, що володіє об'єктом, через публічний продаж активів, програми приватизації та інші механізми. У дану групу входять наступні моделі:

– «Повна» – держава передає 100% пакет акцій державного підприємства приватній компанії;

– «Часткова» – держава передає деякий пакет акцій державного підприємства приватній компанії. Це може мати на увазі передачу керування об'єктом приватній компанії.

Третім підходом класифікації моделей партнерства в галузі транспорту є моделі, що використовуються в автодорожній галузі США [10]. Ці моделі відрізняються насамперед характером розподілу відповідальності між державним і приватним сектором, що включає різноманітні ризики.

Крім того, одна частина моделей більше підходить для будівництва нових об'єктів, інша – для експлуатації або реконструкції існуючих, третя – має змішаний характер (табл. 2) [10].

Таблиця 2 – Моделі партнерств в проектах автодорожньої галузі США

Типи проектів	Моделі проектів		
Нове будівництво	«Проектування та будівництво» (DB – Design, and Build)	«Проектування, будівництво та експлуатація» (DBO/DBM – Design, Build, and Operate/Maintain)	«Проектування, будівництво, фінансування й експлуатація» (DBFO – Design, Build, Finance, and Operate)
Реконструкція існуючих об'єктів	«Експлуатація та управління (на основі концесійного договору)» (O&M Concession – Operation and Management Concession)		«Довгострокова оренда (LTL-Long Term Lease)
Гібридні			«Оренда, реконструкція та експлуатація» (LDO – Lease, Develop, and Operate)

«Проектування та будівництво» (DB-Design, and Build) – є моделлю реалізації проекту, що сполучає в собі дві окремі послуги в рамках єдиного контракту. У цій моделі представник приватного сектора зобов'язується виконати контракт на фіксовану суму для обох послуг: архітектурних/інженерних і будівництва. Приватний сектор може бути представлений однією компанією, консорціумом, спільним підприємством або іншими організаціями, зібраними для конкретного проекту.

«Проектування, будівництво та експлуатація/зміст» (DBO/DBM – Design, Build, and Operate/Maintain) – модель комплексного партнерства, що поєднує в собі контрактні зобов'язання приватного партнера в моделі «Проектування та будівництво» (DB-Design, and Build) – проектування та будівництво, з експлуатацією/технічним обслуговуванням. На зобов'язання приватного сектора, забезпечені єдиним контрактом, накладається державне фінансування проекту. Дана модель одержала досить широке поширення, у тому числі під назвами «Будівництво “під ключ”» (Turnkey Procurement) і «Будівництво, експлуатація та передача» (Bot-Build, Operate, and Transfer).

«Проектування/будівництво/фінансування/управління» (Design Build Finance Operate – DBFO) – припускає, що весь комплекс робіт із проектування, будівництва, експлуатації та фінансування повністю переноситься на приватний сектор (концесіонера), а власником при цьому залишається держава.

«Експлуатація та технічне обслуговування» (Operations and maintenance Concession – O&M Concession) – органи державної влади використовують концесійні договори на експлуатацію та технічне обслуговування для того, щоб покласти відповідальність за цю роботу на приватний сектор.

«Довгострокова оренда/лізинг» (Long Term Lease – LTL) – припускає укладання договору оренди (лізингу) існуючих платних об'єктів, зведених за рахунок держави, із приватним сектором.

«Оренда/розвиток/управління» (Lease Develop Operate – LDO) – модель, при якій держава-власник надає приватному сектору право оренди для управління та подальшого розвитку (розширення, удосконалення) існуючого об'єкта.

Більшість проектів із приватною участю можна віднести до однієї з розглянутих вище груп моделей партнерств. Однак відповідно до методології Всесвітнього банку [4] межі між цими групами і, відповідно, моделями партнерств не завжди чітко окреслені, і деякі проекти можуть бути віднесені більш ніж до однієї моделі партнерств. У цьому випадку проект вважається приналежний тій моделі, що краще відображає ризики приватного сектора.

Висновки: Різноманітність моделей партнерств та їхніх підвидів забезпечує необхідну гнучкість у відповідності очікуванням держави, широке охоплення реальних умов здійснення проектів транспортної інфраструктури, і в першу чергу відносно справедливого розподілу між партнерами численних ризиків. Світова практика показує, що приватний сектор демонструє кращу здатність до керування будівельними ризиками та ризиками, пов'язаними з експлуатацією транспортних об'єктів, у той час як ризики регулятивного характеру більш доречно нести державному сектору.

Підводячи підсумки аналізу моделей партнерств, що реалізуються у різних регіонах світу для реалізації проектів в галузі транспорту, доцільно дослідити моделі, які найбільш придатні для умов становлення ринкових відносин в Україні. Вибір моделі доцільно обирати в залежності від наявних можливостей і потенціалу кожної зі сторін учасниць партнерства. Від вибору моделі партнерства в подальшому буде залежати успішна реалізація проекту.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Транспортна стратегія України на період до 2020 року.
2. Варнавский В. Г. Партнерство государства и частного сектора: формы, проекты, риски / В. Г. Варнавский. – Москва : Наука, 2005. – 315 с.
3. Максимов В.В. Государственно-частное партнерство в транспортной инфраструктуре: критерии оценки концессионных конкурсов / В. В. Максимов. – М.: Альпина Паблишерз, 2010. – 178 с.
4. Private Participation in Infrastructure Projects Database // The World Bank Group – The Public-Private Infrastructure Advisory Facility.. – <http://ppi.worldbank.org>.
5. CPPP – About PPP – Definition and Models // The Canadian Council for Public-Private Partnerships. – <http://www.pppcouncil.ca>.
6. Renda A., Schrefler L. Public-Private Partnerships: Models and Trends in the European Union. – The European Parliament, 2006. №IP / A / IMCO / SC/2005-161.
7. Махортов Е. А., Семченков А. С. Государственно-частное партнерство как форма отношений власти и бизнеса в России // LOBBYING. RU: Журнал о лоббизме и GR. 2007.

8. Progress of Work of the Financial Matters Advisory Group/Legislative Council Subcommittee on West Kowloon Cultural District Development. – Hong Kong, The People's Republic of China: [s. n.], 2007. N*WKCD-394.

9. Каданя А. Я. Экономические основы государственно-частного партнерства. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук/ФГОУ ВПО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова». / А.Я. Каданя – М.: МГУ, 2008.

10. Public-Private Partnership: PPPs Defined // United States Department of Transportation, Federal Highway Administration. September 19, 2008.

REFERENCES

1. Transportna strategija Ukrajiny na period do 2020 roku. (Ukr)
2. Varnavskij V. Gh. Partnerstvo gosudarstva y chastnogo sektora: formy, proekty, rysky / V. Gh. Varnavskij. – Moskva : Nauka, 2005. – 315 p. (Ukr)
3. Maksimov V.V. Gosudarstvenno-chastnoe partnerstvo v transportnoj infrastrukture: kriterii ocenki koncessionnyh konkursov / V. V. Maksimov. – M.: Al'pina Publisher, 2010. – 178 s.
4. Private Participation in Infrastructure Projects Database // The World Bank Group – The Public-Private Infrastructure Advisory Facility.. – <http://ppi.worldbank.org>.
5. CPPP – About PPP – Definition and Models // The Canadian Council for Public-Private Partnerships. – <http://www.pppcouncil.ca>.
6. Renda A., Schrefler L. Public-Private Partnerships: Models and Trends in the European Union. – The European Parliament, 2006. №IP / A / IMCO /SC/2005-161.
7. Mahortov E. A., Semchenkov A. S. Gosudarstvenno-chastnoe partnerstvo kak forma otnoshenij vlasti i biznesa v Rossii // LOBBYING. RU: Zhurnal o lobbizme i GR. 2007. (Rus)
8. Progress of Work of the Financial Matters Advisory Group/Legislative Council Subcommittee on West Kowloon Cultural District Development. – Hong Kong, The People's Republic of China: [s. n.], 2007. NWKCD-394.
9. Kadanja A. Ja. Jekonomicheskie osnovy gosudarstvenno-chastnogo partnerstva. Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata jekonomicheskikh nauk/FGOU VPO «Moskovskij gosudarstvennyj universitet imeni M. V. Lomonosova»/ A.Ja. Kadanja – М.: МГУ, 2008. (Rus)
10. Public-Private Partnership: PPPs Defined // United States Department of Transportation, Federal Highway Administration. September 19, 2008.

РЕФЕРАТ

Грисюк Ю.С. Дослідження моделей партнерства в проектах розвитку транспортної галузі. / Ю.С. Грисюк, А.В. Лабута // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

В статті досліджуються моделі партнерства, що реалізуються в транспортній галузі країн Європейського союзу, використовуються в автодорожній галузі США та у відповідності з класифікацією Світового банку.

Об'єкт дослідження – моделі партнерства в проектах розвитку транспортної галузі.

Мета роботи – підвищення якості та забезпечення доступності транспортних послуг завдяки залученню приватних інвестицій шляхом застосування моделей партнерств.

Методи дослідження – теорія аналізу.

Незадовільний стан транспортної галузі пояснюється недостатнім рівнем інвестування; обмеженим фінансуванням з державного та місцевих бюджетів; відсутністю коштів на відтворення основних виробничих фондів внаслідок зниження їх вартості та недостатнього рівня амортизаційних відрахувань; відсутністю інвестицій на умовах концесій, недосконалістю механізмів лізингу. Нестача інвестицій призвела до стрімкого старіння рухомого складу та транспортної інфраструктури, що зумовлює невідповідність технічного і технологічного рівня вітчизняного транспорту європейським вимогам. Залишається низьким рівень сервісного обслуговування та ремонту рухомого складу автомобільного транспорту, недостатньо використовується наявний транзитний потенціал і вигідне географічне положення країни. Ці всі недоліки визначають необхідність дослідження моделей та впровадження механізму партнерства в проектах розвитку транспортної галузі України, вибір яких доцільно здійснювати в залежності від наявних можливостей і потенціалу кожної зі сторін. Від вибору моделі партнерства в подальшому буде залежати успішна реалізація проекту.

Результати статті можуть бути використані для вибору моделей партнерств в проектах розвитку транспортної галузі.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – аналіз та вибір моделей в залежності від особливостей проекту, наявних можливостей та потенціалу кожної зі сторін учасниць партнерства.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ТРАНСПОРТ, МОДЕЛІ ПАРТНЕРСТВ, ПРОЕКТИ РОЗВИТКУ.

ABSTRACT

Grysjuk Y.S., Labuta A.V. Research of models of partnership is in the projects of development of a transport industry. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

The models of partnership, that will be realized in a transport industry of countries of the European union, are investigated in the article, used in road-transport industry of the USA and in accordance with classification of the World bank.

An object of research of -моделі partnership is in the projects of development of a transport industry.

An aim of work is upgrading and providing of availability of transport services due to bringing in of private investments by application of models of partnerships.

Research methods are a theory of analysis.

The unsatisfactory state of a transport industry is explained by the insufficient level of investing; limit financing from state and local budgets; by absence of money on the recreation of capital productive assets as a result of understating of their cost and insufficient level of depreciation decrees; by absence of investments on the terms of concessions, by imperfection of leasing mechanisms. An underinvestment resulted in the swift aging of rolling stock and transport infrastructure that predetermines disparity of technical and technological level of home transport to the European requirements. The level of service and repair of rolling stock of motor transport remains subzero, present transit potential and advantageous geographical location of country are used not enough. These determine all defects necessity of дослідження models and introduction of mechanism of partnership for the projects of development of a transport industry of Ukraine, the choice of that it is expedient to carry out depending on present possibilities and potential each of parties. From the choice of model of partnership successful realization of project will depend in future.

The results of the article can be drawn on for the choice of models of partnerships in the projects of development of a transport industry.

Prognosis suppositions in relation to development of research object are an analysis and choice of models depending on the features of project, present possibilities and potential each of parties of participants of partnership.

KEYWORDS: TRANSPORT, MODELS PARTNERSHIPS, PROJECTS DEVELOPMENT.

РЕФЕРАТ

Грисюк Ю.С. Исследование моделей партнерства в проектах развития транспортной отрасли. / Ю.С. Грысюк, А.В. Лабута // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье исследуются модели партнерств, реализуемых в транспортной отрасли стран Европейского союза, используются в автомобильной отрасли США и в соответствии с классификацией Всемирного банка.

Объект исследования – модели партнерства в проектах развития транспортной отрасли.

Цель работы – повышение качества и обеспечение доступности транспортных услуг благодаря привлечению частных инвестиций путем применения моделей партнерства.

Методы исследования – теория анализа.

Неудовлетворительное состояние транспортной отрасли объясняется недостаточным уровнем инвестирования; ограниченным финансированием из государственного и местных бюджетов; отсутствием средств на воспроизводство основных производственных фондов в результате занижения их стоимости и недостаточного уровня амортизационных отчислений; отсутствием инвестиций на условиях концессий, несовершенством механизмов лизинга. Недостаток инвестиций привела к стремительному старению подвижного состава и транспортной инфраструктуры, что приводит несоответствием технического и технологического уровня отечественного транспорта европейским требованиям. Остается низким уровень сервисного обслуживания и ремонта подвижного состава автомобильного транспорта, недостаточно используется имеющийся транзитный потенциал и выгодное географическое положение страны. Все эти недостатки определяют необходимость дослідження моделей и внедрение механизма партнерства в проектах развития транспортной отрасли Украины, выбор которых целесообразно осуществлять в зависимости от

имеющихся возможностей и потенциала каждой из сторон. От выбора модели партнерства в дальнейшем будет зависеть успешная реализация проекта.

Результаты статьи могут быть использованы для выбора моделей партнерства в проектах развития транспортной отрасли.

Прогнозные предположения о развитии объекта исследования – анализ и выбор моделей в зависимости от особенностей проекта, имеющихся возможностей и потенциала каждой из сторон участниц партнерства.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ТРАНСПОРТ, МОДЕЛИ ПАРТНЕРСТВА, ПРОЕКТЫ РАЗВИТИЯ.

АВТОРИ:

Грисюк Юрій Сергійович, кандидат економічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри транспортного права та логістики, e-mail: Hrysjuk@ukr.net, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1.

Лабу́та Артем Віталійович, Національний транспортний університет, асистент кафедри транспортного права та логістики, e-mail: karetra@ukr.net, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1.

AUTHOR:

Grysjuk Yuriy Serhiiiovych, Ph. D., Associate professor, National Transport University, assistant professor of the department of transportation law and logistics, e-mail: Hrysjuk@ukr.net, Ukraine, 01010, Kyiv, str. Suvorova 1.

Labuta Artem Vitaliiiovych, National Transport University, assistant of the department of transportation law and logistics, e-mail: karetra@ukr.net, Ukraine, 01010, Kyiv, str. Suvorova 1.

АВТОРЫ:

Грисюк Юрий Сергеевич, кандидат экономических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры транспортного права и логистики, e-mail: Hrysjuk@ukr.net, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1.

Лабу́та Артем Витальевич, Национальный транспортный университет, ассистент кафедры транспортного права и логистики, e-mail: karetra@ukr.net, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Гурнак В.М., доктор економічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри транспортного права та логістики, Київ, Україна.

Алькема В.Г., доктор економічних наук, професор, Університет економіки та права «КРОК», професор кафедри зовнішньоекономічної діяльності та логістики, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Hurnak V.M., Ph.D. Economics (Dr.), Professor, National Transport University, Professor of the department of transportation law and logistics, Kyiv, Ukraine.

Alkema V.H., Ph.D. Economics (Dr.), Professor, “KROK” University, Professor of the department of foreign trade and logistics, Kyiv, Ukraine.

МІНІМІЗАЦІЯ СИЛ ОПОРУ ПРИ ОСЬОВОМУ РУСІ БУРИЛЬНОЇ
КОЛОНИ У КРИВОЛІНІЙНІЙ СВЕРДЛОВИНІ

Гуляев В.І., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Андрусенко О.М., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ,
Україна
Левківська Л.В., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ,
Україна

MINIMIZATION OF RESISTANCE FORCES IN AXIAL MOTION OF
A DRILL STRING IN A CURVE BORE-HOLE

Gulyayev V.I., Doctor of Science (Technology), National Transport University, Kiev, Ukraine
Andrusenko E.N., Ph.D., National Transport University, Kiev, Ukraine
Levkivska L.V., Ph.D., National Transport University, Kiev, Ukraine

МИНИМИЗАЦИЯ СИЛ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРИ ОСЕВОМ ДВИЖЕНИИ
БУРИЛЬНОЙ КОЛОННЫ В КРИВОЛИНЕЙНОЙ СКВАЖИНЕ

Гуляев В.И., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев,
Украина
Андрусенко Е.Н., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет,
Киев, Украина
Левковская Л.В., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев,
Украина

Постановка проблеми.

При бурінні похило-скерованих та горизонтальних свердловин найбільш важливою причиною виникнення аварійних ситуацій та ускладнення умов буріння є геометричні недосконалості траєкторії свердловини та обумовлені ними додаткові сили контактної та фрикційної взаємодії між бурильною колоною і стінкою свердловини. У роботі поставлена задача про мінімізацію енергозатрат при виконанні технологічних операцій буріння за рахунок підбору відповідного значення відношення між швидкостями осьового і обертального рухів бурильної колони.

Аналіз сучасної науково-технічної літератури (в основному, англomовної) [1, 2] показав, що теоретичне дослідження колон в криволінійних свердловинах зводиться до розгляду спрощених моделей будівельної механіки руху абсолютно гнучкої нитки і найпростіших траєкторій свердловин, що складаються з прямолінійних ділянок, з'єднаних дугами кіл або ланцюгових ліній. Такий підхід може бути використаний лише для свердловин з ідеальною геометрією і не придатний для реальних свердловин [3].

Враховуючи, що в даний час в Україні активно проводиться пошук природного газу в сланцевих породах і на великих глибинах у шельфових зонах морських акваторій, видобуток яких може здійснюватися тільки за допомогою технологій, що використовують криволінійні свердловини, можна зробити висновок, що проблема комп'ютерного моделювання процесів пружного згинання бурильних колон у криволінійних свердловинах з геометричними недосконалостями є актуальною [4, 5].

Мета роботи полягає в постановці і розв'язанні задач будівельної механіки про нелінійне деформування бурильних колон в глибоких похило-скерованих і горизонтальних свердловинах з урахуванням наявності в траєкторіях їх осьових ліній локалізованих геометричних недосконалостей, у виконанні комп'ютерного аналізу їх впливу на значення сил опору осьовому переміщенню бурильної колони при виконанні технологічних операцій буріння; проведенні дослідження з підбору найменш енергоємних режимів операцій буріння.

Виклад основного матеріалу.

У даній роботі описана методика комп'ютерного моделювання технологічних прийомів, що мінімізують енерговитрати при переміщенні БК в каналі свердловини з геометричними

недосконалостями. Вона може бути використана на етапах проектування геометрії свердловини і визначення вимог до її точності, на етапах проектування режимів проходки свердловини і їх здійснення, а також при виконанні операції звільнення БК від прихоплення.

З метою моделювання механічних явищ, супутніх процесу буріння, і вибору їх найбільш сприятливих характеристик використовуємо математичну модель, засновану на теорії гнучких криволінійних стержнів [6, 7]. Прийmemo, що БК переміщується з осьовою швидкістю $\dot{w}$ і обертається з кутовою швидкістю ω в каналі свердловини, осьова лінія T якої відома. У нерухомій декартовій системі координат $Oxyz$ вона задається

$$x = x(s), \quad y = y(s), \quad z = z(s) \quad (1)$$

Диференційовна вектор-функція $\mathbf{p} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k}$ описує осьову лінію свердловини; $\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$ – орти системи координат $Oxyz$; s – параметр, що вимірюється довжиною осьової лінії від початкової точки до даної.

Вважаємо, що осьові лінії БК і свердловини збігаються. Тоді за допомогою рівності (1) можна визначити всі геометричні і характеристики вигнутої БК і підрахувати її згинний напружений стан.

Пов'яжемо з лінією T рухливий тригранник Френе. Його одиничні вектори $\boldsymbol{\tau}, \mathbf{n}, \mathbf{b}$ підраховуються так [4]

$$\boldsymbol{\tau} = \mathbf{p}', \quad \mathbf{n} = R\mathbf{p}'', \quad \mathbf{b} = \boldsymbol{\tau} \times \mathbf{n}$$

Тут штрихом позначено диференціювання за s ; R – радіус кривини, що визначає кривину k_R осьової лінії і скрут k_T

$$k_R = 1/R = |\mathbf{p}''|, \quad k_T = \frac{\mathbf{p}'(\mathbf{p}'' \times \mathbf{p}''')}{(\mathbf{p}'')^2}. \quad (2)$$

З використанням співвідношень (1) – (2) виводяться рівняння, що визначають компоненти вектора сил тяжіння

$$f_n^{gr} = -ag(\gamma_t - \gamma_l)n_z, \quad f_b^{gr} = -ag(\gamma_t - \gamma_l)b_z, \quad f_\tau^{gr} = ag(\gamma_T - \gamma_l)\tau_z. \quad (3)$$

а також компоненти сили контактної взаємодії між БК і свердловиною

$$\begin{aligned} f_n^c &= -k_R F_\tau + k_R k_T M_\tau - A k_R k_T^2 + A \frac{d^2 k_R}{ds^2} - f_n^{gr}, \\ f_b^c &= k_R m_\tau^{fr} + 2A k_T \frac{dk_R}{ds} - M_\tau \frac{dk_R}{ds} + A k_R \frac{dk_T}{ds} - f_b^{gr}. \end{aligned} \quad (4)$$

Тут F_τ і M_τ – внутрішня осьова сила і крутний момент; A – згинна жорсткість БК.

Прийmemo, що БК переміщується в свердловині зі швидкістю $\dot{w}$ і одночасно обертається з кутовою швидкістю ω . Тоді між поверхнями БК і свердловини реалізуються умови тертя Кулона.

Внаслідок цього напружено-деформований стан БК може бути описано двома рівняннями першого порядку [8]

$$\frac{dF_\tau}{ds} = k_R F_n - f_\tau^{gr} - f_\tau^{fr}, \quad \frac{dM_\tau}{ds} = -m_\tau^{fr}. \quad (5)$$

де функції k_R і f_τ^{gr} – відомі, а шукані функції тертя f_τ^{fr} , m_τ^{fr} , а також F_n можуть бути визначені за допомогою рівнянь (3) – (5).

Роботу dW_i з виконання технологічної операції на елементарному відрізку ds можна представити у вигляді

$$dW_i = F_w(S_i)ds + M_w(S_i)d \quad (6)$$

Оскільки

$$\eta = \frac{\omega d/2}{\dot{w}} = \frac{(d/2)d}{ds}$$

можна зробити заміну $d = \frac{\eta ds}{d/2}$ і елементарну роботу dW_i представити у вигляді

$$dW_i = [F_w(S_i) + \eta M_w(S_i)]ds = Q_i ds, \quad (7)$$

де $Q_i = F_w(S_i) + \eta M_w(S_i)$ – узагальнена сила, відповідна переміщенню ds .

Розв'язуючи систему (5) з урахуванням реальної довжини S_i і наявних на цьому етапі геометричних недосконалостей при різних η , підберемо таке значення η_i , при якому dW_i для даного режиму при даній довжині S_i має мінімум. У цьому випадку величина ω_i вибирається, виходячи з технічних даних і можливостей приводного пристрою бурильної установки.

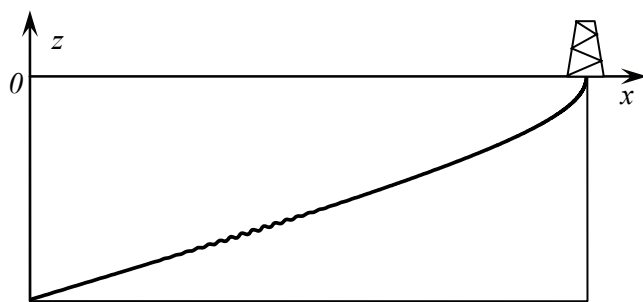
Результати досліджень.

Знайдені значення ω_i , η_i , $F_w(S_i)$, $M_w(S_i)$ використовуються для проходки свердловини на її відрізку $\Delta S_i = S_{i+1} - S_i$, після чого за описаною методикою обчислюються значення ω_{i+1} , η_{i+1} , $F_w(S_{i+1})$, $M_w(S_{i+1})$ і описана процедура повторюється на відрізку ΔS_{i+1} . Відзначимо, що якщо виконується операція підйому бурильної колони, то $\Delta S_i < 0$ і S_i дискретно змінюється від $S_1 = S$ до $S_N = S/N$, де N – число відрізків, на які умовно розбивається осьова лінія свердловини. При спуску бурильної колони $\Delta S_i > 0$ і S_i змінюється від $S_1 = S/N$ до $S_N = S$.

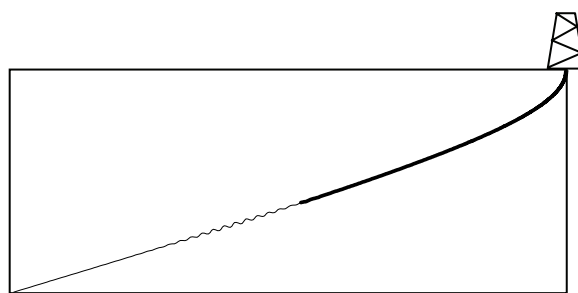
Зазначимо, що запропонований підхід може бути використаний як на етапі проектування свердловини, так і при її проходці. У першому випадку гіпотетичні параметри траєкторії свердловини і її недосконалостей можуть змінюватись в широких межах, виходячи з технологічних можливостей їх реалізації. У другому випадку задаються реальні значення параметрів, знайдені в результаті проведення робіт каротажного зондування.

За допомогою запропонованого підходу розв'язана задача про проектування енергозберігаючого режиму підйому бурильної колони в свердловині з локалізованими спіральними недосконалостями. Розглянуто випадок, коли її траєкторія представляє собою гіперболу в області $3\pi/2 \leq \vartheta \leq 2\pi$ зміни безрозмірного параметра ϑ зі значенням максимальної глибини $H = 4000$ м, віддаленням по горизонталі від бурильної установки на величину $L = 10000$ м і ексцентриситетом $\varepsilon = 3$. На цю траєкторію накладені спіральні недосконалості при значенні амплітуди $h_c = 2$ м і кроці $\lambda = 91$ м. Центр недосконалості розташований в точці $s_c = 3S/8$. При цьому повна довжина свердловини склала $S = 10943$ м, повна сила тяжіння, знайдена з урахуванням дії виштовхуючої сили промивної рідини, склала $P_t = gF(\gamma_{st} - \gamma_l)S = 3389972$ Н.

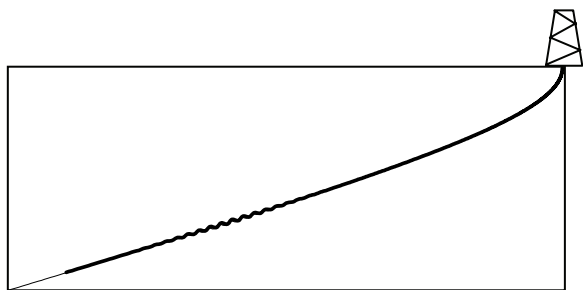
Для мінімізації енергії, що споживається при виконанні операції підйому бурильної колони, використовуємо метод перебору (метод половинного поділу) на кожному етапі виконання оптимізаційного аналізу. Для цього на етапі моделювання довжина S бурильної колони була поділена на 10 рівних відрізків $\Delta S_i = S/10$ ($i = 1, 2, \dots, 10$), які по черзі видалялися знизу, імітуючи операцію підйому. Послідовність конфігурацій бурильної колони на цих етапах показана на рис. 1.



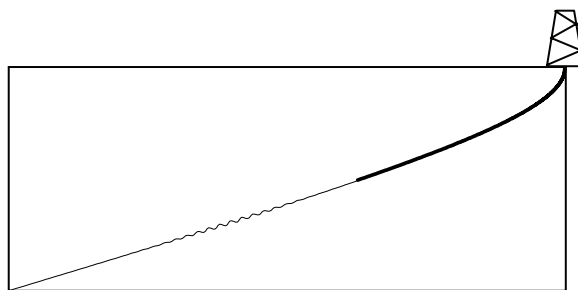
(a) $S_1 = S$, $\eta = 2,033$



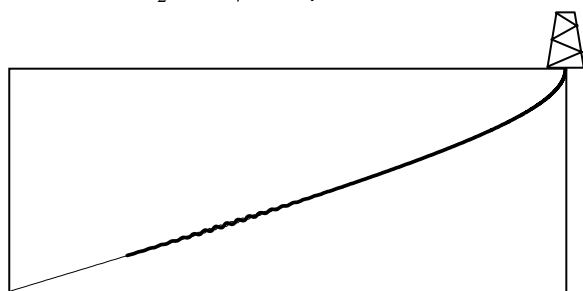
(e) $S_6 = 5S/10$, $\eta \approx 0,01$



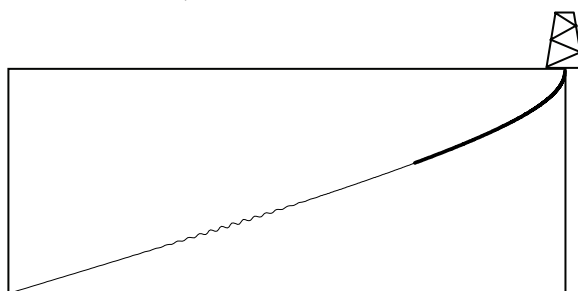
(б) $S_2 = 9S/10$, $\eta = 1,171$



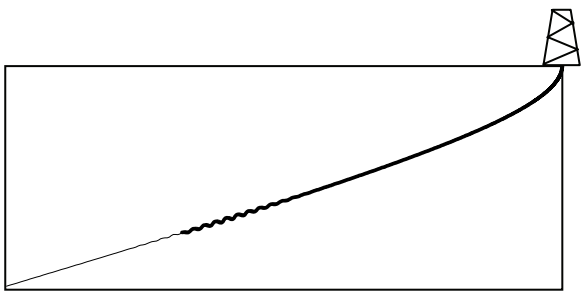
(ж) $S_7 = 4S/10$, $\eta \approx 0$



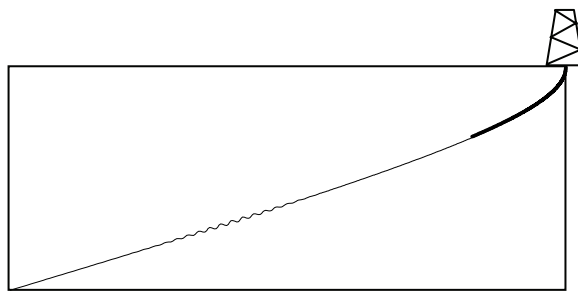
(в) $S_3 = 8S/10$, $\eta = 1,458$



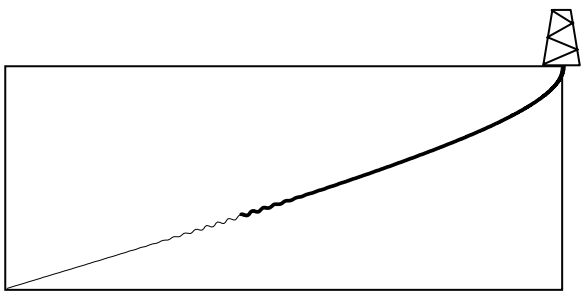
(з) $S_8 = 3S/10$, $\eta \approx 0$



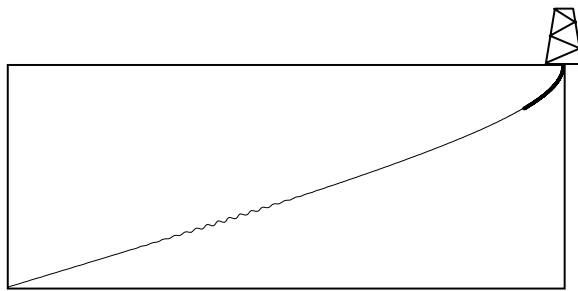
(г) $S_4 = 7S/10$, $\eta = 0,782$



(к) $S_9 = 2S/10$, $\eta \approx 0$



(д) $S_5 = 6S/10$, $\eta = 0,221$



(л) $S_{10} = S/10$, $\eta \approx 0$

Рисунок 1 – Послідовність конфігурацій бурової колони в станах її підйому

Підкреслимо, що в масштабі цього малюнка зазначені недосконалості непомітні, тому з метою їх візуалізації масштаб їх амплітуди на діаграмах збільшений в 15 разів. Всього було розв'язано 10 задач, по одній для кожної конфігурації на рис. 1. Спочатку була розглянута бурильна колона повної довжини S (задача 1).

З підйомом бурильної колони її довжина S_i і значення параметрів $F_w(S_i)$, $M_w(S_i)$ зменшуються, і необхідність суміщення операції підйому і обертання стає менше (див. рис. 2, 3).

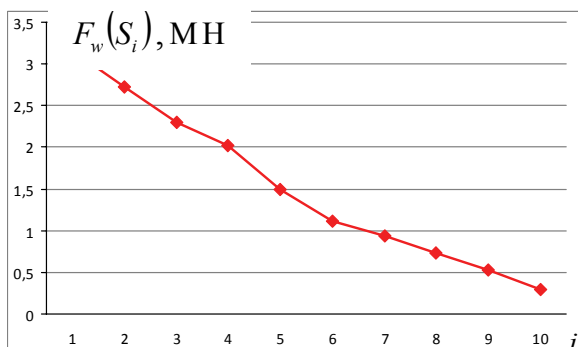


Рисунок 2 – Графік зміни поздовжньої сили $F_w(S_i)$ в точці підвісу бурильної колони при її підйомі

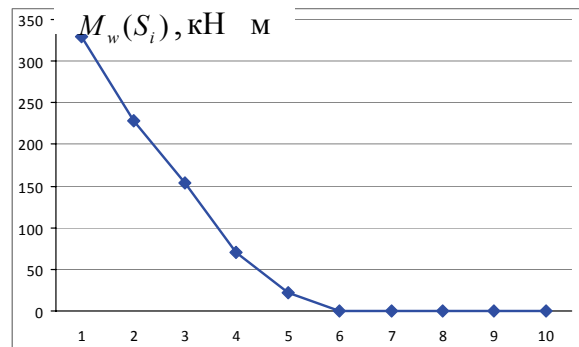


Рисунок 3 – Графік зміни крутного моменту $M_w(S_i)$ в точці підвісу бурильної колони при її підйомі

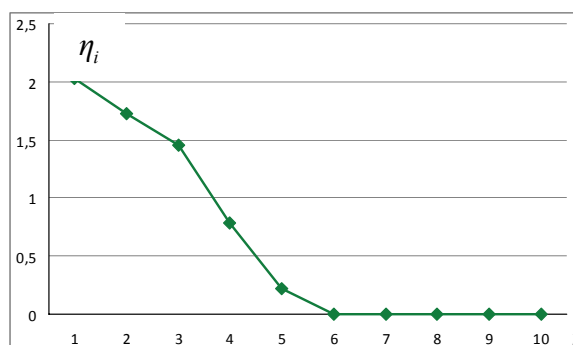


Рисунок 4 – Графік зміни параметра η_i при виконанні операції підйому бурильної колони

Цей висновок підтверджується зменшенням параметра η (рис. 4). При виході бурильної колони із зони недосконалостей значення η швидко зменшуються і операція підйому може бути виконана без її суміщення з операцією обертання.

Аналогічний підхід може бути використаний при проведенні операції спуску. Він може бути корисний також у випадках прихоплень БК, викликаних наявністю недосконалостей. Розроблена методика може бути також використана для моніторингу процесу буріння.

Висновки.

1. Для оцінки сил пружності, а також контактної і фрикційної взаємодії між БК і поверхнею криволінійної свердловини в процесі буріння поставлена задача про пружне згинання БК в каналі її криволінійної порожнини.

2. За допомогою використання розробленого математичного забезпечення показано, що сили опору, що перешкоджають руху БК всередині свердловини можуть бути керованими шляхом поєднання її осового і обертального рухів. Запропоновано метод мінімізації споживаної енергії, заснований на виборі спеціальних значень відносин між швидкостями цих рухів.

Робота виконана в рамках держбюджетної теми 0112U000137 «Математичне моделювання процесів безаварійного буріння в сланцевих породах і в шельфових зонах морських акваторій».

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Brett J.F., Beckett A.D., Holt C.A., Smith D.L. Uses and limitations of drillstring tension and torque models for monitoring hole conditions. SPE Drill. Eng. 1989. No. 4. P. 223 – 229.
2. Sawaryn S. J., Thorogood J. L. A compendium of directional calculations based on the minimum curvature method. SPE Drill. Complet. 2005. P. 24 – 36. March.
3. Mitchell R.F., Samuel R. How good is the torque / drag model? SPE Drilling & Completion. 2009. P. 62 – 7. March.
4. Gulyayev V.I., Andrusenko E.N. Theoretical simulation of geometrical imperfections influence on drilling operations at drivage of curvilinear bore-holes. J. Petr. Sci. Eng. 2013. No. 112. P. 170 – 177.
5. Gulyayev V.I., Gaidaichuk V.V., Solovjov I.L., Gorbunovich I.V. The buckling of elongated rotating drill strings. J. Petr. Sci. Eng. 2009. No. 67. P. 140 – 148.
6. Gulyayev V.I., Hudoly S.N., Glovach L.V. The computer simulation of drill column dragging in inclined bore-holes with geometrical imperfections. Intern. J. of Solids and Structures. 2011. No. 48. P. 110 – 118.
7. Gulyayev V.I., Khudoliy S.N., Andrusenko E.N. Sensitivity of resistance forces to localized geometrical imperfections in movement of drill strings in inclined bore-holes. Interact. Multiscale Mech. 2011. No. 4 (1). P. 1 – 16.
8. Гуляев В.И., Андрусенко Е.Н. Нелинейное изгибание бурильных колонн в вертикальных скважинах. Проблемы прочности. 2013. №3. С. 120 – 134.

REFERENCES

1. Brett J.F., Beckett A.D., Holt C.A., Smith D.L. Uses and limitations of drillstring tension and torque models for monitoring hole conditions. SPE Drill. Eng. 1989. No. 4. P. 223 – 229.
2. Sawaryn S. J., Thorogood J. L. A compendium of directional calculations based on the minimum curvature method. SPE Drill. Complet. 2005. P. 24 – 36. March.
3. Mitchell R.F., Samuel R. How good is the torque / drag model? SPE Drilling & Completion. 2009. P. 62 – 7. March.
4. Gulyayev V.I., Andrusenko E.N. Theoretical simulation of geometrical imperfections influence on drilling operations at drivage of curvilinear bore-holes. J. Petr. Sci. Eng. 2013. No. 112. P. 170 – 177.
5. Gulyayev V.I., Gaidaichuk V.V., Solovjov I.L., Gorbunovich I.V. The buckling of elongated rotating drill strings. J. Petr. Sci. Eng. 2009. No. 67. P. 140 – 148.
6. Gulyayev V.I., Hudoly S.N., Glovach L.V. The computer simulation of drill column dragging in inclined bore-holes with geometrical imperfections. Intern. J. of Solids and Structures. 2011. No. 48. P. 110 – 118.
7. Gulyayev V.I., Khudoliy S.N., Andrusenko E.N. Sensitivity of resistance forces to localized geometrical imperfections in movement of drill strings in inclined bore-holes. Interact. Multiscale Mech. 2011. No. 4 (1). P. 1 – 16.
8. Gulyayev V.I., Andrusenko E.N. Non-linear bending of drill strings in vertical bore-holes. Strength of Materials. 2013. No. 3. P. 120 – 134.(Rus).

РЕФЕРАТ

Гуляев В.И. Минимизация сил опоры при осевому русі бурильной колонии у криволінійній свердловині / В.И. Гуляев, О.М. Андрусенко, Л.В. Левківська // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

У статті розглянуто задачу комп'ютерного моделювання механічної поведінки бурильних колон у надглибоких похило-скерованих і горизонтальних свердловинах і прогнозування можливого виникнення нештатних ситуацій у режимах буріння і виконання спуско-підйомних операцій.

Об'єкт дослідження – явище пружного деформування бурильної колонии в каналі криволінійної свердловини з геометричними недосконаlostями при виконанні технологічних операцій буріння.

Мета роботи полягає в постановці і розв'язанні нових задач будівельної механіки про нелінійне деформування бурильних колон в глибоких похило-скерованих і горизонтальних

свердловинах з урахуванням наявності в траєкторіях їх осевих ліній локалізованих геометричних недосконалостей.

Для дослідження механіки пружного згинання бурильних колон у криволінійних свердловинах з локалізованими геометричними недосконалостями використовувались методи будівельної механіки гнучких криволінійних стержнів; методи диференціальної геометрії та теорії поверхонь; основні положення теорії механічних систем із зв'язями, що обмежують їх переміщення; числовий метод Рунге-Кутти.

Створено математичне забезпечення для аналізу цих явищ. Воно дозволяє будувати траєкторію свердловини, що забезпечує найменші значення сил опору переміщенню бурильної колони, і підбирати найменш енергоємні та безпечні режими буріння. Наведено результати комп'ютерного моделювання.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: БУРИЛЬНА КОЛОНА, КРИВОЛІНІЙНА СВЕРДЛОВИНА, СПІРАЛЬНІ НЕДОСКОНАЛОСТІ, БЕЗПЕЧНІ РЕЖИМИ, КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ.

ABSTRACT

Gulyayev V.I., Andrusenko E.N., Levkivska L.V. Minimization of resistance forces in axial motion of a drill string in a curve bore-hole. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

The problem of computer simulation of mechanical behavior of drill strings in hyper deep vertical, inclined and horizontal bore-holes is stated with the aim of forecasting the possible initiation of emergency situations during carrying out drilling operations. The software for study of these effects is elaborated.

The investigation object is the phenomenon of the drill string deforming in the channels of super deep curvilinear and horizontal bore-holes with geometric imperfections during drilling and ascending – descending operations.

To analyze mechanics of elastic bending of drill strings in curvilinear bore-holes with localized imperfections the methods of structural mechanics, theory of curvilinear flexible rods, differential geometry and surface theory are used.

The elaborated software permits one to construct the bore-hole trajectory securing the smallest values of resistance forces and to choose the least energy-consuming and safe regimes of drilling. It ensures also the possibility to determine the requirements for the necessary accuracy of the bore-hole drive and for the acceptable geometrical distortions and imperfections.

KEYWORDS: DRILL STRING, DEVIATED BORE-HOLE, SPIRAL IMPERFECTIONS, SAFE REGIMES, COMPUTER SIMULATION.

РЕФЕРАТ

Гуляев В.И. Минимизация сил сопротивления при осевом движении бурильной колонны в криволинейной скважине / В.И. Гуляев, Е.Н. Андрусенко, Л.В. Левковская // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье рассмотрена задача компьютерного моделирования механического поведения бурильных колонн в сверхглубоких наклонно-направленных и горизонтальных скважинах и прогнозирования возможного возникновения нештатных ситуаций в режимах бурения и выполнения спуско-подъемных операций.

Объект исследования – явление упругого деформирования бурильной колонны в канале криволинейной скважины с геометрическими несовершенствами при выполнении технологических операций бурения.

Цель работы заключается в постановке и решении новых задач строительной механики о нелинейном деформировании бурильных колонн в глубоких наклонно-направленных и горизонтальных скважинах с учетом наличия в траекториях их осевых линий локализованных геометрических несовершенств.

Для исследования механики упругого изгиба бурильных колонн в криволинейных скважинах с локализованными геометрическими несовершенствами использовались методы строительной механики гибких криволинейных стержней; методы дифференциальной геометрии и

теории поверхностей; основные положения теории механических систем со связями, ограничивающие их перемещения; численный метод Рунге-Кутты.

Создано математическое обеспечение для анализа этих явлений. Оно позволяет строить траекторию скважины, обеспечивающую наименьшие значения сил сопротивления перемещению бурильной колонны, и подбирать наименее энергоемкие и безопасные режимы бурения. Приведены результаты компьютерного моделирования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: БУРИЛЬНАЯ КОЛОННА, КРИВОЛИНЕЙНАЯ СКВАЖИНА, СПИРАЛЬНЫЕ НЕСОВЕРШЕНСТВА, БЕЗОПАСНЫЕ РЕЖИМЫ, КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ.

АВТОРИ:

Гуляев Валерій Іванович, доктор технічних наук, Національний транспортний університет, завідувач кафедри вищої математики, професор, e-mail: valery@gulyayev.com.ua , тел. +380667153633, Україна, 01010, м. Київ, вул. Кіквідзе 42, к. 508.

Андрусенко Олена Миколаївна, кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, доцент кафедри вищої математики, e-mail: a.andrusenko@gmail.com , тел. +380672981387, Україна, 01010, м. Київ, вул. Кіквідзе 42, к. 511.

Левківська Людмила Володимирівна, кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, доцент кафедри вищої математики, e-mail: l_v_g@ukr.net, тел. +380975475724, Україна, 01010, м. Київ, вул. Кіквідзе 42, к. 514.

AUTHORS:

Gulyayev Valery Ivanovich, Doctor of Science (Technology), National Transport University, associate professor department of high mathematics, , e-mail: valery@gulyayev.com.ua , tel. +380667153633, Ukraine, 01010, Kiev, Kikvidze str. 42, of. 508.

Andrusenko Elena Nikolaevna, Ph.D., National Transport University, associate professor department of high mathematics, e-mail: a.andrusenko@gmail.com , tel. +380672981387, Ukraine, 01010, Kiev, Kikvidze str. 42, of. 511.

Levkivska Liudmyla Volodymyrivna, Ph.D., National Transport University, associate professor department of high mathematics, , e-mail: l_v_g@ukr.net, тел. +380975475724, Ukraine, 01010, Kiev, Kikvidze str. 42, of. 514.

АВТОР:

Гуляев Валерий Иванович, доктор технических наук, Национальный транспортный университет, заведующий кафедрой высшей математики, профессор, e-mail: valery@gulyayev.com.ua , тел. +380667153633, Украина, 01010, г. Киев, ул. Киквидзе 42, к. 508.

Андрусенко Елена Николаевна, кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, доцент кафедры высшей математики, e-mail: a.andrusenko@gmail.com, тел. +380672981387, Украина, 01010, г. Киев, ул. Киквидзе 42, к. 511.

Левковская Людмила Владимировна, кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, доцент кафедры высшей математики, e-mail: l_v_g@ukr.net, тел. +380975475724, Украина, 01010, г. Киев, ул. Киквидзе 42, к. 514.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Гайдайчук В.В., доктор технічних наук, професор, Київський національний університет будівництва і архітектури, професор кафедри теоретичної механіки, Київ, Україна.

Рассказов О.О., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри теоретичної механіки, Київ, Україна.

REVIEWER:

Gaidaichuk V.V., Engineering (Dr.), professor, Kiev National University of Construction and Architecture, professor, department of theoretical mechanics, Kiev, Ukraine.

Rasskazov O.O., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, professor, department of theoretical mechanics, Kiev, Ukraine.

ЗАДАЧА ВИБОРУ МИТНОГО СКЛАДУ ЯК ЛАНКИ МІЖНАРОДНОГО ЛАНЦЮГА ПОСТАЧАНЬ

Гужевська Л.А., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет. Київ, Україна

Яцик В.І., Національний транспортний університет, Київ, Україна

Литвин О.О., ТОВ «Авалон Будінвест», Бровари, Україна

THE TASK OF CHOOSING A BONDED WAREHOUSE AS PARTS OF THE INTERNATIONAL SUPPLY CHAIN

Guzhevska L.A., Ph.D., associate professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine

Yatsyk V.I., National Transport University, Kyiv, Ukraine

Lytvyn O.O., LLC "Avalon Budinvest", Brovary, Ukraine.

ЗАДАЧА ВЫБОРА ТАМОЖЕННОГО СКЛАДА КАК ЗВЕНА МЕЖДУНАРОДНОЙ ЦЕПИ ПОСТАВОК

Гужевская Л.А., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина.

Яцык В.И., Национальный транспортный университет, Киев, Украина.

Литвин О.А., ООО «Авалон Будинвест», Бровары, Украина.

Постановка проблеми. У сучасній літературі багато публікацій присвячених митному складу (МС), але усі вони розглядають його діяльність як один із митних режимів, тобто як комплекс взаємопов'язаних правових норм. У той же час питання управління митним складом як елементом митної інфраструктури зовсім не розкриті. Дослідження направлене на формування поняття митного складу як об'єкту митної інфраструктури та розкриття його ролі у формуванні міжнародного ланцюга постачань. Зокрема, задача вибору митного складу із запропонованих альтернатив на основі вартісного критерію.

Основний матеріал. Для встановлення ролі митного складу у міжнародному ланцюзі постачань розглянемо основні теоретичні положення, що визначають діяльність митного складу як елементу митної інфраструктури [1].

Митний склад – це відповідним чином облаштоване складське приміщення, резервуар, холодильна чи морозильна камера, критий чи відкритий майданчик, призначені для зберігання товарів під митним контролем.

Митний склад може бути:

- закритого типу;
- відкритого типу.

Митний склад закритого типу призначається виключно для зберігання під митним контролем товарів, що переміщуються через митний кордон України згідно із зовнішньоекономічними договорами (контрактами), що укладаються утримувачем цього складу або учасниками об'єднання підприємств, учасником якого є утримувач складу.

Митний склад відкритого типу призначається для зберігання під митним контролем товарів, що переміщуються через митний кордон України згідно із зовнішньоекономічними договорами (контрактами), укладеними як утримувачем цього складу, так і будь-якими іншими особами. Взаємовідносини утримувача митного складу відкритого типу з особами, які розміщують товари на цьому складі, визначаються відповідним договором.

Відкриття, вимоги до облаштування та функціонування митних складів визначаються митним кодексом України та наказом міністерства фінансів від 16.07.2012 № 835 «Про затвердження Порядку надання складським об'єктам статусу «митний склад» та позбавлення такого статусу» [2].

Надання складському об'єкту статусу «митний склад» здійснюється шляхом внесення інформації про суб'єкта господарювання до Реєстру митних складів (Реєстр МС). Позбавлення такого статусу здійснюється шляхом виключення складського об'єкта з Реєстру МС.

На відміну від звичайних складів, митний склад має певні особливості:

- 1) утримувачем МС може бути виключно резидент;
- 2) МС є зоною митного контролю;
- 3) утримувачем МС відкритого типу може бути суб'єкт господарювання, що має ліцензію на здійснення митної брокерської діяльності.

У той же час існують правові аспекти що обмежують розміщення товарів на митному складі. На ньому можуть розміщуватися товари:

- 1) поміщені у митний режим митного складу (у тому числі консолідовані вантажі);
- 2) поміщені у митні режими транзиту, тимчасового ввезення, переробки на митній території, експорту, тимчасового вивезення, переробки за межами митної території (без зміни цих митних режимів на митний режим митного складу);
- 3) призначені для тимчасового зберігання під митним контролем (на умовах, встановлених митним кодексом для складів тимчасового зберігання).

Умови зберігання товарів на митному складі визначаються митним кодексом.

Від звичайних складів, митні склади також відрізняються обмеженням строку зберігання:

1. Строк зберігання товарів у митному режимі митного складу не може перевищувати 1095 днів від дня поміщення цих товарів у зазначений митний режим.

2. Строк зберігання в митному режимі митного складу підакцизних товарів, іноземних товарів, які були попередньо поміщені у митні режими транзиту, тимчасового ввезення або переробки на митній території України, а також продуктів переробки не може перевищувати 365 днів від дня поміщення їх у митний режим митного складу.

3. Строк зберігання у митному режимі митного складу товарів, призначених для експорту, не може перевищувати одного року з дати поміщення їх у цей режим.

Але не зважаючи на особливості функціонування, з товарами, що зберігаються на митному складі, без дозволу митного органу можуть проводитися прості складські операції, необхідні для забезпечення збереження цих товарів.

Власник товарів, що зберігаються в митному режимі митного складу на митному складі, або уповноважена ним особа з дозволу митного органу може проводити підготовку таких товарів до продажу (відчуження) та транспортування: консолідація та подрібнення партій, формування відправлень, сортування, пакування, перепакування, маркування, навантаження, вивантаження, перевантаження, взяття проб і зразків товарів та інші подібні операції.

Операції, що проводяться з товарами, що зберігаються в митному режимі митного складу, не повинні змінювати характеристик, за якими ці товари були класифіковані згідно з Українською класифікацією товарів зовнішньоекономічної діяльності.

Ефективне функціонування складів у системі логістики, незалежно від їх призначення і виду діяльності, можливе лише при успішному вирішенні цілого ряду основних задач. Головний критерій ефективної роботи будь-якого складу – забезпечення необхідного вантажообігу (об'єму переробки/підготовки вантажу) при оптимальних витратах на здійснення цього процесу [3]. Тому задачею утримувача митного складу є формування цінової політики, яка дає змогу покривати витрати на його утримання та є конкурентоздатною. Перш за все це стосується митного склад відкритого типу – склад комерційного призначення, для розміщення товарів замовників – як правило виконує збутову функцію і є елементом каналу розподілу. У цьому випадку оптимізація діяльності носить локальний характер, тобто діяльність направлена на підвищення ефективності роботи самого складського комплексу. В якості інтегрального критерію ефективності функціонування такого складу можна застосувати показник різниці доходів від роботи складу і величини наведених загальних складських витрат, які складаються із суми витрат на зберігання, поточне обслуговування запасів, страхування ризиків, пов'язаних із запасами.

Сучасний стан розвитку митних складів в Україні

Станом на грудень 2013 року в Україні зареєстровано 276 митних складів, які відкриті майже в усіх регіонах України. Всі склади поділяються на: відкриті майданчики, складські приміщення, холодильні камери, резервуари. Які можуть бути представлені всі разом у одному комплексі, так і окремо, в деяких регіонах розповсюджені митні склади, які включають у себе тільки резервуари (нафтопродукти та газ) або відкриті майданчики та складські приміщення.

Взагалі, митні склади створюються для забезпечення митного законодавства України та виконання усіх необхідних умов зовнішньоекономічних операцій, створення сприятливих умов для розвитку зовнішньоекономічної діяльності підприємств та забезпечення застосування режиму митного складу.

Опираючись на статистичні дані, можемо розглянути ситуацію по регіонам (рис.1).

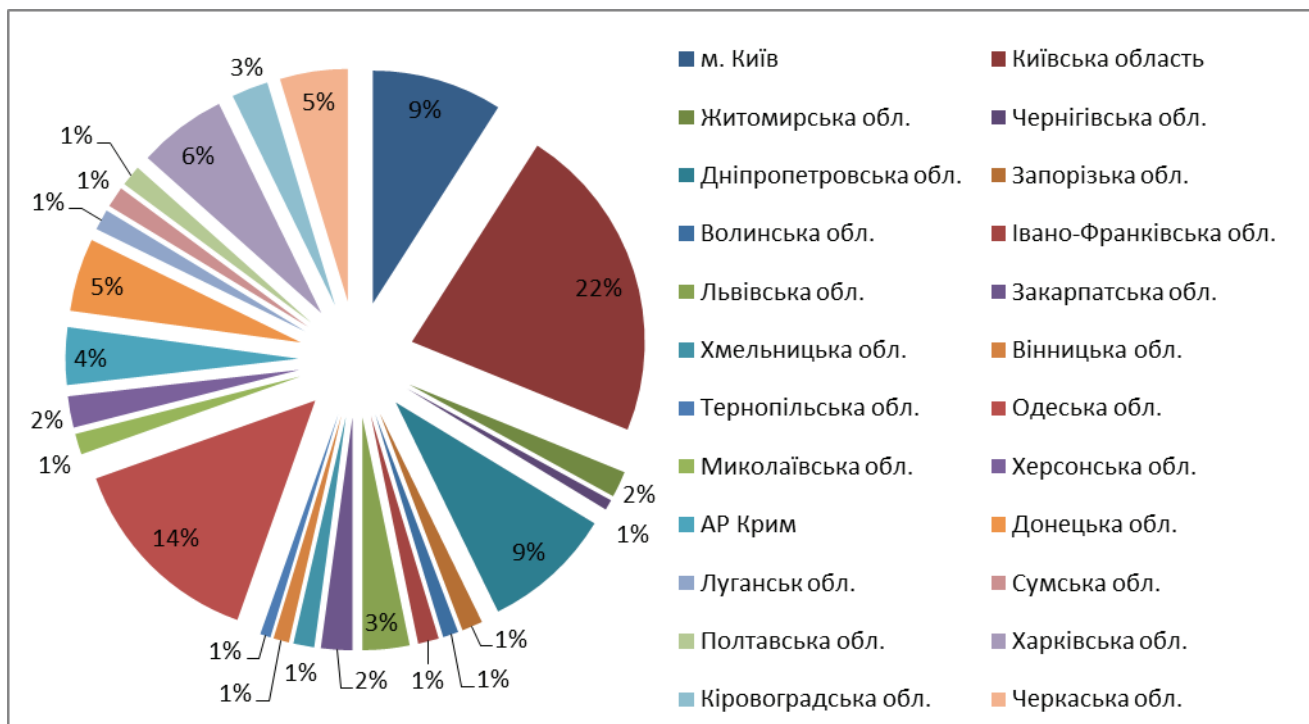


Рисунок 1 – Розподіл митних складів по областях

Отже, найбільша кількість митних складів – 86, розташована у Київській області, тому розглянемо її більш детально

Загальна площа усіх митних складів у Київській області 237317 м², та один резервуар 6930 м³.

Таблиця 1 – Розподіл митних складів по Київській області за площею

Об'єкт митного складу	Площа	Одиниці виміру
Відкриті майданчики	129823	м ²
Складські приміщення	102610,8	м ²
Холодильні камери	4883,17	м ²
Резервуар	6930	м ³

Найбільшу площу мають відкриті майданчики та складські приміщення (табл.1)

Основна частина митних складів зосереджена за межами Києва, тоді як більша кількість вантажовласників та можливих клієнтів зосереджується в Києві.

В Київській області вартість розміщення товарів на митних складах дорожча ніж в регіонах, тому часто вантажовласники розміщують свої товари в сусідніх областях, наприклад Полтавська, але це збільшує затрати на доставку, якщо основний споживач розміщеного вантажу знаходиться в Києві.

На практиці, кожен вантажовласник намагається максимально знизити витрати та заощадити на зберіганні. Тому, найчастіше, вантажі розміщують на митному складі з таких причин:

-Вантажовласник не має коштів одразу розмитнити товар та проводить митне очищення частинами або необхідними партіями, які одразу і будуть реалізовані,

-Товар по прибутті в Україну не має усіх необхідних сертифікатів та дозволів, які вносяться до митної декларації та без них розмитнення не можливо.

Для прикладу розглянемо доставку холодильників у місто Київ (Україна) з міста Люблін (Польща). Необхідною умовою організації цього ланцюга постачань є використання митного складу. Розглядаються як альтернатива два митні склади, що мають різні тарифи на зберігання та розміщення: ТОВ «Рабен Україна» у м. Бровари та ПП «КМ» у м. Полтава.

Код товару : 8418 21 99 00 – Холодильники, морозильники та інше холодильне або морозильне обладнання, електричне або інших типів: холодильники побутові, компресійні, понад 250 л, але не більш як 340 л

Необхідні платежі:

Ввізне мито – повна ставка 7%

ПДВ – 20%

Витрати пов'язані із виконанням доставки холодильників із урахуванням затрат на митні формальності занесені до таблиці 2.

Таблиця 2 – Вихідні дані для маршруту перевезення

Витрати	Люблін – Бровари, грн.	Люблін – Полтава, грн.
Вартість товару	60 000,00	60 000,00
Вартість страхування	631,57	631,57
Вартість перевезення	10289,91	14596,62
Вартість перевезення Україною	8536,32	12948,87
Вартість закордонного перевезення	1753,58	1647,75
Страхування Україною ехр	523,94	833
Страхування за кордоном imp	107,63	106
Митне очищення ехр	1500,00	1500,00
Митне очищення imp	55000	55000
Вартість навантаження	2 000,00	2 000,00
Вартість розвантаження	1 000,00	1 000,00

Визначаємо вартість розміщення товарів на митному складі, виходячи із таких даних:

-вартість однієї доби зберігання на ТОВ «Рабен Україна» становить 5,00 грн., вартість розміщення одиниці товару на склад 12,00 грн.,

-вартість однієї доби зберігання на ПП «КМ» становить 2,00 грн. вартість розміщення одиниці товару на склад 8,00 грн.

Приймемо тривалість перебування партії холодильників на митному складі 30 діб.

Розмір досліджуваної партії складає 30 холодильників, отже вартість розміщення усієї партії складає:

$$V_{\text{зберігання на мс}} = n \cdot V_{\text{розм}} + n \cdot V_{\text{збер}} \cdot N_{\text{дні}} \quad (1)$$

Таблиця 4 – Порівняльна таблиця вартості одного холодильника, з урахуванням розміщення на митному складі:

Витрати	Митний склад ТОВ «Рабен Україна», м. Бровари	Митний склад ПП «КМ», м. Полтава
Початкова вартість партії холодильників, грн.	60000	60000
Вартість доставки партії до митного складу, грн.	10289,91	14596,62
Митні платежі (умова поставки FCA), грн.	19002,6	18972,05
Собівартість із урахуванням додаткових витрат, перевезення та митних платежів, грн.	94972,5	99557,1
Вартість зберігання на митному складі (30 днів), у грн.	4860	2040
Додаткові витрати на перевезення по Україні до замовника, грн	160	2688
Собівартість партії холодильників, грн.	99832,50	104285,10
Остаточна собівартість одиниці товару, грн.	3327,75	3476,17

Отже, не зважаючи на дещо більші тарифи на зберігання, більш вигідно зберігати холодильники на митному складі в м. Бровари.

Розглянемо, за яких умов буде вигідно зберігати товари на митному складі у Полтаві (рис.2)

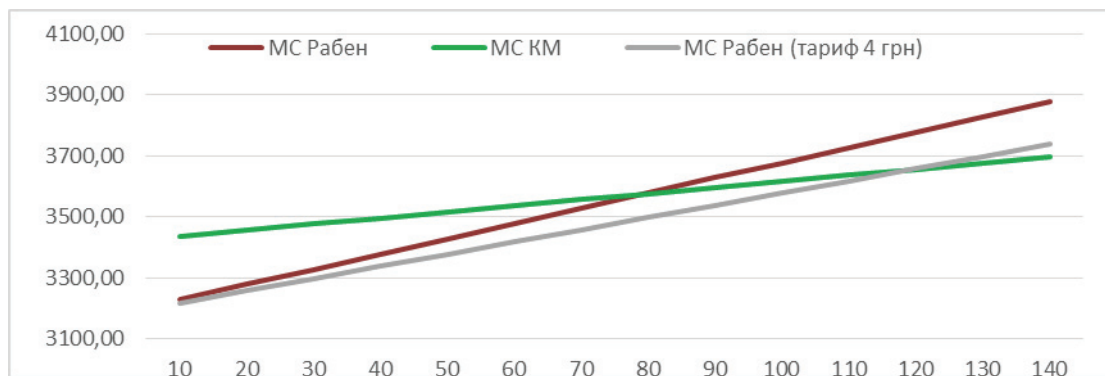


Рисунок 2 – Залежність собівартості одиниці товару (грн.) від терміну зберігання на митному складі (дні)

Як бачимо із графіку, вигіднішим буде розміщення товарів на митному складі у Полтаві, якщо термін зберігання на такому складі становитиме більше 80 днів. А якщо МС Рабен знизить тариф на зберігання на 20% (до 4 грн.), то такий термін зросте до 120 днів – тобто, 4 місяці.

Враховуючи низький попит на використання МС Рабен, проведемо дослідження доцільної зони обслуговування обома митними складами: МС «Рабен» м. Бровари та МС «КМ» м. Полтава. Для цього встановимо залежності собівартості товару від додаткової відстані перевезення по Україні для відрізка Бровари – Полтава. Для різної тривалості часу зберігання було проведено розрахунок витрат на доставку та кінцевої собівартості холодильників, та визначено додаткову відстань перевезення, при якій для обох варіантів собівартість буде однаковою.

У результаті проведеного моделювання було розроблено карту із зонами доцільного використання обох митних складів (рис.3).

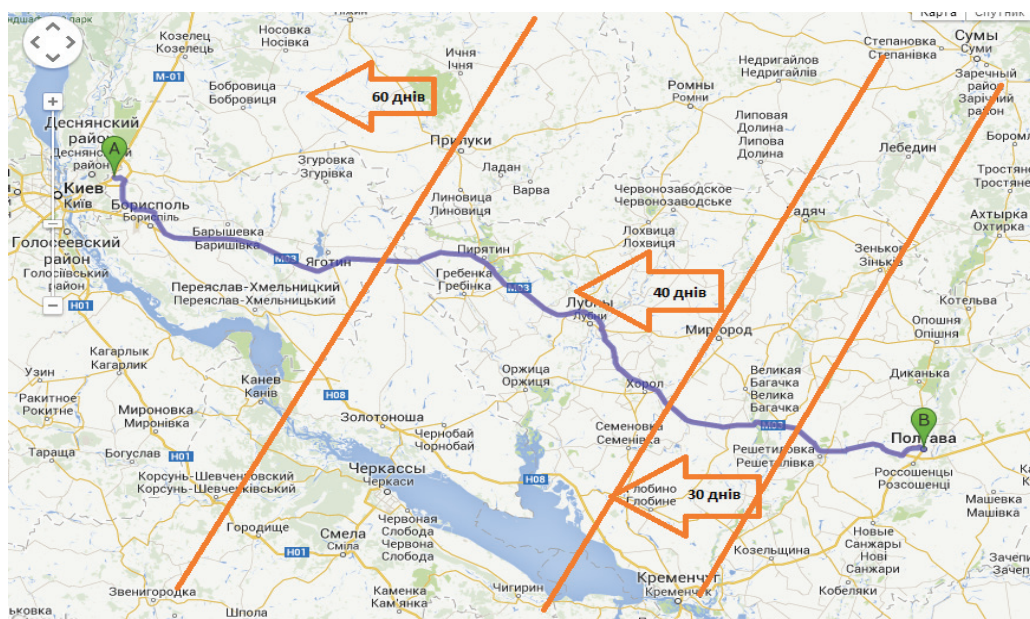


Рисунок 3 – Результати моделювання доцільності використання різних митних складів

Із рисунка 3 видно, що чим довше зберігається товар, тим менш вигідно використовувати МС у Броварах. Зліва від риси – область доцільного використання складу у м. Бровари. При зберіганні більше 80 собівартість товару при зберіганні на МС у Полтаві, навіть із врахуванням додаткової доставки буде нижчою. І навпроти, коли термін зберігання незначний, до 20 днів, то вигідніше зберігати на МС у Броварах, а потім везти замовнику.

Висновки та подальші рекомендації. Розглянувши міжнародний ланцюг постачань за участю митного складу, та проаналізувавши всі необхідні додаткові ресурси, можемо зробити висновок про

те, що для зазначених умов навіть при такій різниці тарифів на зберігання товарів на митному складі, враховуючи витрати на доставку вигідніше розміщувати товар на митному складі в м. Бровари на ТОВ «Рабен Україна».

Крім зберігання на митних складах пропонується велика кількість логістичних операцій, без дозволу митного органу можуть проводитися прості складські операції, необхідні для забезпечення збереження цих товарів та їх підготовка до реалізації, оплата за додаткові послуги відбувається окремо. Власникам митних складів, пропоную проводити активну рекламну політику та заохочувати клієнтів та суб'єктів зовнішньоекономічної діяльності до використання митного складу на вигідних комерційних умовах для обох сторін. Та проводити заходи по зниженню собівартості утримання митного складу.

Митний склад як елемент інфраструктури де задіяна митна, складська та транспортна складова не описаний з точки зору ефективного управління та раціонального застосування його у логістичному ланцюзі. Тому напрямком подальших досліджень буде визначення принципів роботи митних складів та розробка методики оцінки ефективності їх функціонування.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Митний кодекс України від 01.06.2012 [Електронний ресурс].- Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/4495-17>
2. Наказ Міністерства фінансів України від 16.07.2012 р. №835 «Про порядок надання складським об'єктам статусу «митний склад» та позбавлення такого статусу» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z1324-12>
3. Гаджинский А.М. Основы логистики/ Гаджинский А.М. – М.: ИВЦ “Маркетинг”, 1996. – 124 с. – (Учебное пособие).
4. Гордон М.П. Рынок и логистика / Гордон М.П. – М.: Экономика, 1993. – 143 с

REFERENCES

1. Customs Codex of Ukraine from 01.06.2012 [Electronic resource]. – Access: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/4495-17> (Ukr)
2. The order of the Ministry of Finance of Ukraine of 16.07.2012 p. №835 «On the order of storage facilities the status of "customs warehouse" and get rid of this status" [Electronic resource]. – Access: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z1324-12> (Ukr)
3. Hadjinsky A.M. (1996) Fundamentals of Logistics. Moscow: YVTS "Marketing", 124. (Rus)
4. Gordon M. (1993) Marketplace and Logistics – Moscow: Economy, 143. (Rus)

РЕФЕРАТ

Гужевська Л.А. Задача вибору митного складу як ланки міжнародного ланцюга постачань. / Л.А. Гужевська, В.І. Яцик, О.О. Литвин // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

У статті розглянуто сучасний стан митних складів в Україні, зроблено аналіз митного складу як об'єкту митної інфраструктури та обґрунтовано вибір митного складу у ринкових умовах.

У результаті проведеного дослідження було зроблено висновок про необхідність подальшого дослідження функціонування митних складів та розробки ефективних управлінських рішень при управлінні таким складом.

Об'єкт дослідження – формування міжнародного ланцюга постачання за участю митного складу.

Предмет дослідження – обґрунтування вибору митного складу, що бере участь у доставці вантажів.

Метод дослідження – математичне моделювання, імітаційне моделювання.

Результати отримані у роботі мають практичну цінність і можуть застосовуватись при формуванні міжнародного ланцюга постачання. Задача має прикладну спрямованість і є актуальною при виборі митного складу в ринкових умовах.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – розглянута задача є необхідною для комплексної оцінки функціонування митного складу. На сьогодні зроблено обґрунтування лише

прийняття рішення про вибір митного складу. Актуальним є також формування тарифної сітки та визначення точки беззбитковості роботи митного складу.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: МИТНИЙ СКЛАД, МИТНА ІНФРАСТРУКТУРА, ПЕРЕВЕЗЕННЯ, МІЖНАРОДНИЙ ЛАНЦЮГ ПОСТАЧАННЯ.

ABSTRACT

Guzhevska L.A., Yatsyk V.I., Lytvyn O.O. The task of choosing a bonded warehouse as parts of the international supply chain. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

The article deals with the current state of bonded warehouses in Ukraine, made an analysis of the customs warehouse as an object of customs infrastructure and justified the choice of the customs warehouse in market conditions.

The study concluded that the need for further study of the functioning of customs warehouses and the development of effective management decisions in the management of such a composition.

The object of study – the formation of an international chain with a bonded warehouse.

Subject of investigation – rationale for the choice of the customs warehouse, which is involved in the delivery of goods.

Method of research – mathematical modeling, simulation.

The results obtained in this paper are of practical value and can be used in the formation of the international supply chain. The problem has an applied focus, and is relevant in the choice of the customs warehouse in market conditions.

The forward-looking assumptions about the development of the research object – Consideration of the problem is necessary for a comprehensive assessment of the functioning of the customs warehouse. Today made a rationale decision on the choice of the customs warehouse. Fidler is also the formation of tariff system and to determine the breakeven point of the customs warehouse.

KEY WORDS: CUSTOMS WAREHOUSE, CUSTOMS INFRASTRUCTURE, TRANSPORTATION, INTERNATIONAL SUPPLY CHAIN.

РЕФЕРАТ

Гужевская Л.А. Задача выбора таможенного склада как звена международной цепи поставок. / Л.А. Гужевская, В.И. Яцык, О.А. Литвин // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье рассмотрено современное состояние таможенных складов в Украине, сделан анализ таможенного склада как объекта таможенной инфраструктуры и обоснован выбор таможенного склада в рыночных условиях.

В результате проведенного исследования был сделан вывод о необходимости дальнейшего исследования функционирования таможенных складов и разработки эффективных управленческих решений при управлении таким складом.

Объект исследования – формирование международной цепи поставок с участием таможенного склада.

Предмет исследования – обоснование выбора таможенного склада, который принимает участие в доставке грузов.

Метод исследования – математическое моделирование, имитационное моделирование.

Результаты полученные в работе имеют практическую ценность и могут использоваться при формировании международной цепи поставки. Задача имеет прикладную направленность и является актуальной при выборе таможенного склада в рыночных условиях.

Прогнозные предположения о развитии объекта исследования – рассмотренная задача необходима для комплексной оценки функционирования таможенного склада. На сегодня сделано обоснование лишь принятия решения о выборе таможенного склада. Актуальным является также формирование тарифной сетки и определения точки безубыточности работы таможенного склада.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ТАМОЖЕННЫЙ СКЛАД, ТАМОЖЕННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА, ПЕРЕВОЗКИ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ЦЕПЬ ПОСТАВОК.

АВТОРИ:

Гужевська Любов Анатоліївна, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, e-mail: GLAmore@i.ua , тел. +3 8 (066) 486 15 55 , Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 437.

Яцик Вікторія Ігорівна, Національний транспортний університет, аспірант кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, e-mail: Vikaviko8840@mail.ru , тел +3 8 (044) 280 84 02, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 437.

Литвин Ольга Олексіївна, ТОВ «Авалон Будінвест», менеджер з транспортно-експедиторської діяльності, e-mail: lytvynolga@i.ua, тел. +3 8 (045) 94 5 59 38, Київська обл., м. Бровари, вул. Гагаріна 22, офіс 302

AUTHOR:

Guzhevskaya Liubov A., Ph.D., Associate Professor, National Transport University, Associate Professor of International Transportation and Customs Enforcement, e-mail: GLAmore@i.ua, tel. +3 8 (044) 280 84 02, Ukraine, 01010, Kyiv, str. Suvorov 1, r. 437.

Yatsyk Viktoriya I., National Transport University, postgraduate of International Transportation and Customs Enforcement, e-mail : Vikaviko8840@mail.ru , тел +3 8 (044) 280 84 02, Ukraine, 01010, Kyiv, str. Suvorov 1, r. 437.

Lytvyn Olha.O., LLC "Avalon Budinvest" , Manager forwarding activities, e-mail: : lytvynolga@i.ua, tel. +3 8 (045) 94 5 59 38 , Ukraine, 07400, Brovary, Gagarina str. 22, office 302.

АВТОРЫ:

Гужевская Любовь Аталольевна, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры международных перевозок и таможенного контроля, e-mail: GLAmore@i.ua, тел. +3 8 (044) 280 84 02, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 437.

Яцык Виктория Игоревна, Национальный транспортный университет, аспирант кафедры международных перевозок и таможенного контроля, e-mail: Vikaviko8840@mail.ru тел. +3 8 (044) 280 84 02, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 437

Литвин Ольга Алексеевна, ООО «Авалон Будинвест», менеджер по транспортно-экспедиторской деятельности, e-mail: lytvynolga@i.ua, тел. +3 8 (045) 94 5 59 38 , Киевская обл., г. Бровары, ул. Гагарина 22, офис 302

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Кучинський Ю.Ф. віце-президент АсМАП України , Київ, Україна

Прокудін Г.С. доктор технічних наук, Національний транспортний університет, професор кафедри «Міжнародні перевезення та митний контроль» , Київ, Україна

REVIEWER:

Kuchynskii Y.F., Vice President AsMAP Ukraine, Kyiv, Ukraine

Prokudin G.S., Ph.D., National Transport University, Professor Department of "International transport and customs", Kyiv, Ukraine

ВИКОРИСТАННЯ ДОБАВКИ ВОДНЕВМІСНОГО ГАЗУ ДО ПОВІТРЯНОГО ЗАРЯДУ
ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ДВИГУНІВ З КАРБЮРАТОРНОЮ СИСТЕМОЮ
ЖИВЛЕННЯ В РЕЖИМАХ ХОЛОСТОГО ХОДУ

Гутаревич Ю.Ф., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Шуба Є.В., Національний транспортний університет, Київ, Україна

USING OF AN ADDITIVE HYDROGEN-CONTAINING GAS TO THE AIR CHARGE
TO IMPROVE PERFORMANCE ENGINES CARBURETOR POWER SUPPLY SYSTEM AT IDLE

Gutarevych Y.F., Ph.D., Engineering (Dr.), National Transport University, Kyiv, Ukraine
Shuba Y.V., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОБАВКИ ВОДОРОДСОДЕРЖАЩЕГО ГАЗА К ВОЗДУШНОМУ ЗАРЯДУ
ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДВИГАТЕЛЕЙ С КАРБЮРАТОРНОЙ СИСТЕМОЙ
ПИТАНИЯ В РЕЖИМЕ ХОЛОСТОГО ХОДА

Гутаревич Ю.Ф., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Шуба Е.В., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Вступ. Як відомо, при роботі бензинового двигуна в режимах малих навантажень і холостого ходу значно погіршуються його паливна економічність і екологічні показники. Одним з напрямів покращення цих показників є використання в якості добавки водневмісного газу, який інтенсифікує процес згоряння. Особливо перспективним є використання газу, який отримано шляхом електролізу водного розчину гідроксиду калію. Цей газ складається з молекул і атомів водню і кисню (H_2/O_2).

Мета досліджень: покращення екологічних показників та паливної економічності бензинового двигуна з карбюраторною системою живлення в режимах малих навантажень і холостого ходу добавкою водневмісного газу до повітряного заряду.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вплив добавки H_2/O_2 на паливну економічність і токсичність бензинового двигуна МеМЗ-245 в режимі холостого ходу досліджено в роботі [1], що виконана на кафедрі двигунів і теплотехніки Національного транспортного університету. Встановлено, що за роботи двигуна в режимі холостого ходу добавка H_2/O_2 збільшує частоту обертання колінчастого вала. Це дає можливість покращити паливну економічність двигуна зниженням частоти обертання до початкової. Здійснити це можливо двома способами. В роботі [1] при проведенні випробувань для підтримання незмінної частоти обертання колінчастого вала застосовували регулювання складу паливоповітряної суміші, але цей спосіб складно застосувати в умовах експлуатації.

Виклад основного матеріалу.

На кафедрі «Двигуни і теплотехніка» Національного транспортного університету проводяться дослідження по використанню добавки водневмісного газу до повітряного заряду різних типів двигунів. Проведено дослідження впливу добавки газу H_2/O_2 на паливну економічність і екологічні показники бензинового двигуна МеМЗ-245 при роботі в режимі холостого ходу з частотою обертання колінчастого вала 900 хв^{-1} (рис. 1). У випускну систему двигуна був встановлений трикомпонентний каталітичний нейтралізатор 2110-1206010-13 типу 2110-2112, «Атекс». Під час випробувань заміряли годинну витрату палива і повітря, витрату газу H_2/O_2 , розрідження у впускному колекторі, тиск у випускній системі, температуру охолоджуючої рідини і відпрацьованих газів, кут випередження запалювання та коефіцієнт надміру повітря за допомогою α -метра. Концентрації токсичних компонентів були заміряні до і після трикомпонентного каталітичного нейтралізатора. Концентрації оксидів вуглецю і незгорілих вуглеводнів були заміряні газоаналізатором фірми МЕТА, принцип дії якого базується на методі інфрачервоної спектроскопії, а оксидів азоту за допомогою газоаналізатора 344 ХЛ01 методом хемілюмінесценції.

Незмінну частоту обертання колінчастого вала підтримували, змінюючи кількість паливоповітряної суміші прикриттям дросельної заслінки карбюратора. Даний метод застосовувати більш доцільно, оскільки його легше реалізувати в умовах експлуатації. Зміну паливної економічності і екологічних показників досліджували залежно від величини добавки газу H_2/O_2 , яку змінювали від 0 до 1 л/хв. Тобто найбільша добавка складає 6,13 % від витрати бензину.

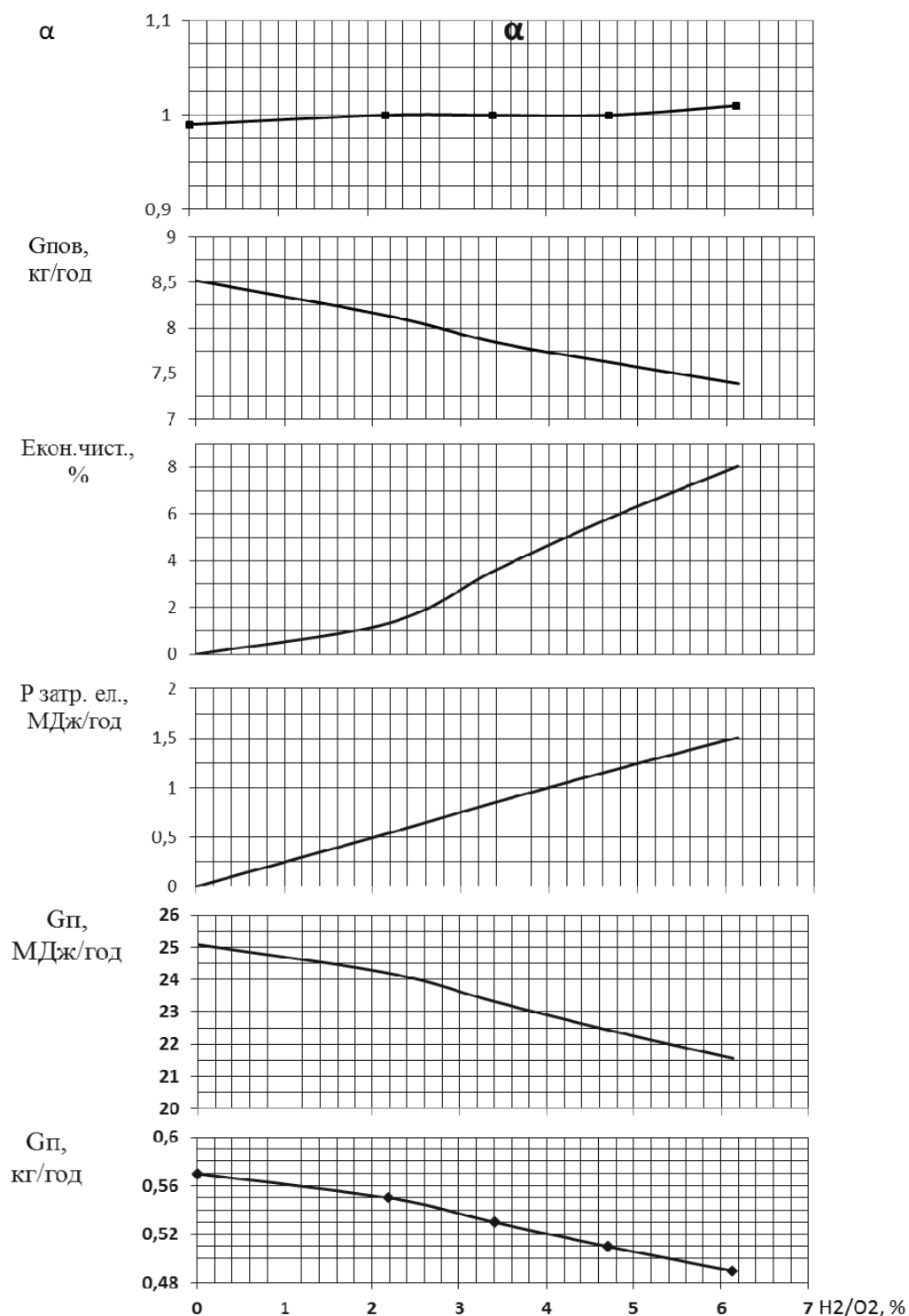


Рисунок 1 – Зміна показників роботи двигуна від величини добавки газу H_2/O_2 ($n=900 \text{ хв}^{-1}$)

При добавці 6,13 % водневмісного газу і підтриманні частоти обертання на рівні 900 хв^{-1} , зміною кількості паливоповітряної суміші, годинна витрата бензину знизилася з 0,57 кг/год при роботі без газу до 0,49 кг/год. В результаті добавки газу H_2/O_2 витрата палива знизилася на 14,04 %.

З рисунку можна побачити, що добавка водневмісного газу практично не вплинула на коефіцієнт надміру повітря.

За рахунок часткового заміщення газом H_2/O_2 , а також прикриття дросельної заслінки зменшилася витрата повітря і при добавці 6,13 % склала 7,39 кг/год порівняно з 8,52 кг/год за роботи без газу. Зниження годинної витрати повітря призведе до зниження масових викидів шкідливих речовин.

Так як газ H_2/O_2 отримано за допомогою електролізу, то для врахування затрат енергії були заміряні сила струму і напруга, які мали місце при кожній витраті газу і приведені в тепловому еквіваленті. Враховуючи затрати електроенергії, економія палива при добавці 6,13 % газу склала 8,03 %.

Зміна екологічних показників двигуна від величини добавки газу H_2/O_2 показана на рисунку 2.

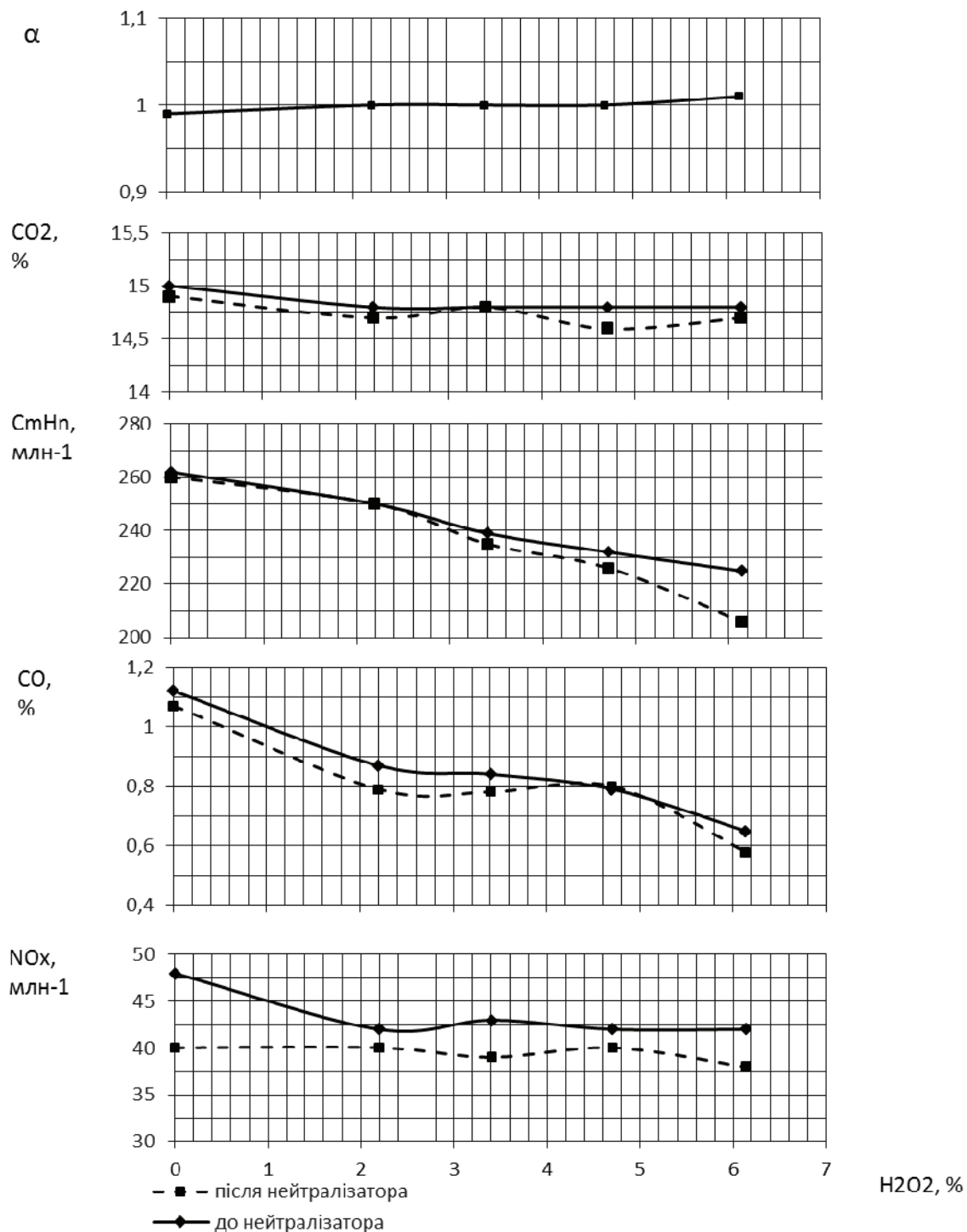


Рисунок 2 – Вплив добавки суміші H_2/O_2 на склад відпрацьованих газів

Як видно з рисунку 2, добавка газу H_2/O_2 позитивно впливає на екологічні показники двигуна. Зокрема при додаванні різних масових часток газу H_2/O_2 знижуються концентрації незгорілих вуглеводнів і оксиду вуглецю до нейтралізатора, що свідчить про покращення процесу згоряння. Концентрація CO при роботі без газу складала 1,12 %, в результаті добавки газу знизилася до 0,57 %. Концентрація $CmHn$ знизилася до 218 млн^{-1} в порівнянні з 262 млн^{-1} при роботі без газу.

Так як двигун працював в режимі холостого ходу, а частота обертання знижувалась до початкової прикриттям дросельної заслінки концентрація оксидів азоту дещо знизилась, але оскільки вона була незначною, то однозначно оцінити вплив добавки водневмісного газу на концентрацію NO_x неможливо.

Концентрації CO_2 практично не змінилися при додаванні водневмісного газу.

Оскільки в режимі холостого ходу температура відпрацьованих газів невисока (120 – 140 °С), ефективність нейтралізації трикомпонентного каталітичного нейтралізатора незначна, але разом з тим по мірі додавання газу H_2/O_2 концентрації всіх компонентів після нейтралізатора дещо знижуються. Зокрема концентрація оксиду вуглецю знизилася на 5,26 %, незгорілих вуглеводнів – на 3,67 %.

Висновок. Використання добавки водневмісного газу до повітряного заряду бензинового двигуна позитивно впливає на паливну економічність і екологічні показники. При підтриманні незмінної частоти обертання колінчастого вала зміною кількості паливоповітряної суміші, з врахуванням затрати електроенергії на отримання газу H_2/O_2 , економія палива при роботі з добавкою газу в кількості 6,13 % склала 8,03 %. По мірі додавання водневмісного газу знижуються концентрації незгорілих вуглеводнів і оксиду вуглецю. Концентрації CO_2 і NO_x практично не змінюються.

Дослідження впливу добавки водневмісного газу на паливну економічність і екологічні показники в інших режимах, а також на робочий процес бензинових двигунів продовжуються.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гутаревич Ю.Ф. Вплив додавання суміші водню з киснем на паливну економічність і токсичність бензинового двигуна в режимі холостого ходу. / Ю. Ф. Гутаревич, А. О. Корпач, Є.В. Шуба, О. Д. Філоненко, І. В. Самойленко // Вісник Національного транспортного університету. – К. : НТУ, 2014. – Вип. 29. <http://www.ntu.edu.ua>

REFERENCES

1. Gutarevych Y.F. Effect of hydrogen and oxygen mixture adding on fuel efficiency and toxicity of the gasoline engine at idle. / Y.F.Gutarevych, A.O. Korpach, E.V. Shuba, O.D. Filonenko, I.V. Samoilenko // Visnyk National Transport University. – Kyiv. National Transport University. 2014. – Vol. 29. (Ukr)

РЕФЕРАТ

Гутаревич Ю.Ф. Використання добавки водневмісного газу до повітряного заряду для покращення показників двигунів з карбюраторною системою живлення в режимах холостого ходу. / Ю.Ф. Гутаревич, Є.В. Шуба // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

У статті розглянуто результати експериментальних досліджень впливу добавки водневмісного газу до повітряного заряду на паливну економічність і токсичність бензинового двигуна з карбюраторною системою живлення в режимі холостого ходу.

Об'єкт досліджень – бензиновий двигун МеМз-245 з карбюраторною системою живлення.

Мета роботи – покращення екологічних показників та паливної економічності бензинового двигуна з карбюраторною системою живлення в режимах малих навантажень і холостого ходу добавкою водневмісного газу до повітряного заряду.

Метод дослідження – експериментальний.

Використання добавки водневмісного газу до повітряного заряду бензинового двигуна позитивно впливає на паливну економічність і екологічні показники. При підтриманні незмінної частоти обертання колінчастого вала зміною кількості паливоповітряної суміші, з врахуванням затрати електроенергії на отримання газу H_2/O_2 , економія палива при роботі з добавкою 6,13 % склала 8,03 %. По мірі додавання водневмісного газу знижуються концентрації незгорілих вуглеводнів і оксиду вуглецю. Концентрації CO_2 і NO_x практично не змінюються.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: БЕНЗИНОВИЙ ДВИГУН, КАРБЮРАТОРНА СИСТЕМА ЖИВЛЕННЯ, ВОДЕНЬ, ХОЛОСТИЙ ХІД, ПАЛИВНА ЕКОНОМІЧНІСТЬ, ЕЛЕКТРОЛІЗ.

ABSTRACT

Gutarevych Y.F., Shuba E.V. Using of an additive hydrogen-containing gas to the air charge to improve performance engines carburetor power supply system at idle. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

In the article the results of experimental studies of the impact additives vodnevemisnoho gas to air charge on fuel efficiency and toxicity petrol engine with carburetor system power when idling.

The object of research – MeMZ gasoline engine with carburetor-245 power system.

Purpose – to improve environmental performance and fuel economy gasoline engine with carburetor system power modes small loads and idling addition hydrogen containing gas to air charge.

The method of research – experimental.

The use of additives hydrogen containing gas to gasoline engine air charge a positive effect on fuel economy and environmental performance. While maintaining a constant rotational speed of the crankshaft change

the number of fuel-air mixture, given the cost of electricity for gas H₂ / O₂ fuel savings when working with the addition of 6.13% was 8.03%. As you add hydrogen containing gas concentrations are reduced unburned hydrocarbons and carbon monoxide. Concentrations of CO₂ and NO_x virtually unchanged.

KEY WORDS: GASOLINE ENGINE, CARBURETOR FEED SYSTEMS, HYDROGEN, IDLING, FUEL EFFICIENCY, ELECTROLYSIS.

РЕФЕРАТ

Гутаревич Ю.Ф. Использование добавки водородсодержащего газа к воздушному заряду для улучшения показателей двигателей с карбюраторной системой питания в режиме холостого хода. / Ю.Ф. Гутаревич, Е.В. Шуба // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье рассмотрены результаты экспериментальных исследований влияния добавки водородсодержащего газа к воздушному заряду на топливную экономичность и токсичность бензинового двигателя с карбюраторной системой питания в режиме холостого хода.

Объект исследований – бензиновый двигатель МеМЗ-245 с карбюраторной системой питания.

Цель работы – улучшение экологических показателей и топливной экономичности бензинового двигателя с карбюраторной системой питания в режимах малых нагрузок и холостого хода добавкой водородсодержащего газа к воздушному заряду.

Метод исследования – экспериментальный.

Использование добавки водородсодержащего газа к воздушному заряду бензинового двигателя положительно влияет на топливную экономичность и экологические показатели. При поддержке неизменной частоты вращения коленчатого вала изменением количества топливовоздушной смеси, с учетом затрат электроэнергии на получение газа H₂ / O₂, экономия топлива при работе с добавкой 6,13% составила 8,03%. По мере добавления водородсодержащего газа снижаются концентрации несгоревших углеводородов и оксида углерода. Концентрации CO₂ и NO_x практически не меняются.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: БЕНЗИНОВЫЙ ДВИГАТЕЛЬ, КАРБЮРАТОРНАЯ СИСТЕМА ПИТАНИЯ, ВОДОРОД, ХОЛОСТОЙ ХОД, ТОПЛИВНАЯ ЭКОНОМИЧНОСТЬ, ЭЛЕКТРОЛИЗ.

АВТОРИ:

Гутаревич Юрій Феодосійович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри «Двигуни і теплотехніка», e-mail: katedradvz.ntu@gmail.com, тел. +380442804716, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 302.

Шуба Євгеній Васильович., Національний транспортний університет, аспірант кафедри «Двигуни і теплотехніка», e-mail: shuba90@i.ua, тел. +380688147423, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1

AUTHORS:

Gutarevich Yuriy F. Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, head of the department "Engines and Heating", e-mail: katedradvz.ntu@gmail.com, tel. +380442804716, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str.1, of 302.

Shuba Y. V., National Transport University, postgraduate, department of "Engines and Heating", e-mail: shuba90@i.ua, tel. +380688147423, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 303a.

АВТОРЫ:

Гутаревич Юрий Феодосеевич, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, заведующий кафедрой «Двигатели и теплотехника», e-mail: katedradvz.ntu@gmail.com, тел. +380442804716, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 302.

Шуба Евгений Васильевич, Национальный транспортный университет, аспирант кафедры «Двигатели и теплотехника», e-mail: shuba90@i.ua, тел. +380688147423, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Левківський О.П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, Київ, Україна

Дикий М.О., доктор технічних наук, професор, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», професор кафедри теоретичної та промислової теплотехніки, Київ, Україна

REVIEWER:

Levkovsky O.P., PhD, Engineering (Dr.), professor, National transport university, professor of manufacture, repair and materials, Kyiv, Ukraine

Dikiy M.O, PhD, Engineering (Dr.), National technical university of Ukraine "Kyiv polytechnic institute", professor of theoretical and industrial heat, Kyiv, Ukraine

ПІДПРИЄМНИЦЬКА ДІЯЛЬНІСТЬ В УМОВАХ НЕЛІНІЙНОГО ХАРАКТЕРУ
СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ СУСПІЛЬСТВА

Данчук В.Д., доктор фізико-математичних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Козак Л.С., кандидат економічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Данчук М.В., Національний транспортний університет, Київ, Україна

BUSINESS ACTIVITY IN THE CONDITIONS OF NONLINEAR
SOCIAL AND ECONOMIC DEVELOPMENT OF SOCIETY

Danchuk V.D., Dr.Sc. (phys.- math.), National Transport University, Kyiv, Ukraine

Kozak L.S., Ph.D. (economist), National Transport University, Kyiv, Ukraine

Danchuk M.V., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В УСЛОВИЯХ НЕЛИНЕЙНОГО ХАРАКТЕРА
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА

Данчук В.Д., доктор физико-математических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Козак Л.С., кандидат экономических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Данчук М.В., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Актуальність досліджень та постановка проблеми. Внаслідок сучасних тенденцій НТП, глобалізації економіки підприємницьку діяльність у світі і, зокрема, в нашій країні, доводиться здійснювати в умовах систематичної, перманентно зростаючої невизначеності ситуації та мінливості соціально-економічного середовища, що підвищує важливість ефективного функціонування менеджменту у фінансово-господарчій діяльності підприємства. Все це потребує науково-теоретичного осмислення соціально-економічних процесів, що відбуваються у світі, формування нових підходів до розуміння та організації підприємницької діяльності.

Основна частина. Слід визначити, що розвиток теорії підприємництва, економічної теорії загалом у великій мірі пов'язані з історією еволюції обміну, виробництва та розподілу товарів і послуг, а також з рівнем розвитку науки, НТП.

Становлення класичної політичної економії, яка вперше осмислила феномен торгівлі у господарському житті держави, пов'язане із першим етапом НТП у XVI-XVIII ст., коли мануфактурне виробництво, торгівля, мореплавання вимагали теоретичного та експериментального вирішення практичних потреб. Саме торгівля, яка займалась переміщенням товарів з ринку на ринок, а джерело доходу визначалось різницею в цінах, обумовила в основному вихідну причину виникнення та прояву підприємницької ініціативи [1,2]. Засновник теорії підприємництва Р. Кантільон ще на початку XVIII століття вперше звернув увагу на те, що тут порушення ринкової рівноваги та розбіжність між попитом і пропозицією дозволяє окремим людям отримувати спекулятивний дохід. Для торгівлі в той час домінуючою ознакою підприємницької діяльності був високий ступінь ризику і, відповідно, прагнення до максимізації прибутку. Це, згідно [1,3], визначило основний напрям досліджень підприємництва у XVIII-XIX ст., пов'язаний з діяльністю в умовах невизначеності та ризику.

Формування класичної політичної економії у XIX столітті, яке пов'язане в історії розвитку цивілізації з початком другого етапу НТП та формуванням капіталістичних відносин, в певній мірі сприяло розширенню розуміння суті та змісту підприємницької діяльності. Тут важливим вважається внесок французького економіста Ж.-Б. Сея, а також представників німецької класичної школи І. Тюнена та Г. Мангольда [1]. Під підприємництвом вже розуміється діяльність з переміщення економічних ресурсів з області більш низької в область більш високої продуктивності та результативності. Відповідно, підприємець – це будь-який індивід, що володіє передбаченням і бажає

взяти на себе ризик, спрямований у майбутнє, і чиї дії характеризуються не тільки надією отримати дохід, але й готовністю до втрат [2].

Розглядаючи еволюцію економічної думки в загальному контексті розвитку наукової картини світу, відмітимо, що концепції класичної та ортодоксальної неокласичної економічної теорії, теорії підприємництва майже до кінця XIX ст. базувались на методології класичної науки, пов'язаної із законами та принципами Ньютонівської механіки, створеної у XVII ст. В рамках класичної науки домінує механічний детермінізм. Закони механіки зведені в абсолют, і це послужило найважливішим чинником створення картини світу, згідно якої Всесвіт є замкнутою системою, де домінують рівноважні процеси [4]. У відповідності до цього теорія підприємництва, що базується на теорії ринкової рівноваги та вільної конкуренції, з її лінійною пізнавальною парадигмою, описує фінансово-діяльність в рамках замкнутої стійкої системи “підприємець/підприємство – підприємницьке макросередовище”. Тут економічні агенти (підприємці та споживачі) діють раціонально та намагаються досягти власної мети при мінімумі витрат: мета підприємців – максимізація прибутку, споживачів – максимізація задоволення власних потреб. Підприємницьке макросередовище при цьому сприймалось (часто продовжує сприйматись) як дещо об'єктивне і незмінне з часом. Природний стан системи є стійкий стан ринкової рівноваги і, якщо систему під дією зовнішніх сил вивести з нього, то вона завжди детермінованим чином прямує до оптимального стаціонарного (рівноважного) стану. Це означає, що тут нерівноважні процеси розглядаються як нетривалі перехідні процеси поблизу точки рівноваги.

У ті часи застосування такого підходу для формування модельних уявлень про підприємницьку діяльність можна вважати цілком прийнятним. Дійсно, в рамках теорії “довгих хвиль” М. Д. Кондратьєва технологічний (наукомісткий) розвиток сучасної цивілізації відбувається хвилеподібно і кожен цикл триває приблизно 45-60 років [5]. Починаючи з другої половини XVIII ст., протягом двох століть в історії технологічної еволюції змінили одна одну п'ять таких хвиль, що призводило до формування п'яти технологічних укладів [5]. Зрозуміло, що в рамках кожного з укладів, який тривав відносно великий проміжок часу без особливих якісних стрибків в економіці, проведення аналізу економічних відносин з позицій рівноважних повільно змінних процесів у замкнутій системі можна вважати достатньо коректним.

Подальший розвиток концепцій економічної теорії та підприємництва пов'язаний із становленням у кінці XIX ст. – середини XX ст. неокласичного природознавства. Цей період знаменується революційними змінами у фізиці (відкриття подільності атому, стохастична теорія броунівського руху, релятивістська та квантова теорія), в космології (концепція нестаціонарності Всесвіту), в біології (генетика)), виникненням кібернетики [1]. В цьому контексті можна вважати надзвичайно важливим формування та широке розповсюдження концепції імовірного детермінізму у зв'язку з результатами досліджень стохастичного руху молекул в газах, елементарних частинок. Саме ця концепція стала поштовхом для подальшого розвитку неокласичної економічної теорії, становлення та розвитку кейнсіанства і різних його модифікацій. Тут вже вважається, що всередині економічної системи відбуваються не детерміновані, а випадкові (стохастичні) процеси, які призводять до нестабільності, невизначеності та непередбачуваності поведінки ринку, економіки в цілому.

Щодо розвитку теорії підприємництва, то велике значення в цей період мають роботи Й.Шумпетера (див., наприклад, [6]), який вперше поставив фігуру підприємця в центр економічного розвитку, виділивши інноваційність як основну відмінну рису підприємництва. При цьому він відмічає, що підприємства здійснюють свою діяльність в умовах стихійних, непрогнозованих змін підприємницького макросередовища. Внаслідок таких змін на ринку виникають нові ситуації, до яких різні підприємства пристосовуються по-різному, що врешті решт призводить до виникнення конкурентних переваг у певних підприємств.

У цей період також слід звернути увагу на роботи Ф. Найта, який розвинув теорію про ризик, невимірювальну невизначеність, зв'язок між ризиком та прибутком у підприємницькій діяльності [7]. При цьому він вперше пов'язав природу невимірювальної невизначеності та ризику із стохастичними змінами в економіці.

Між тим, не зважаючи на революційні відкриття у природознавстві протягом XX століття, переважна більшість робіт цього періоду з макро- та мікроекономіки, підприємницької діяльності не позбавлена методологічних недоліків. Так, часто для створення самодостатніх модельних уявлень про перебіг тих або інших економічних процесів економічні системи розглядаються замкнутими, в яких ці процеси є переважно рівноважними, хоча і стохастичними, повільно (лінійно) змінними.

Визнаючи велику роль впливу стохастичної складової на перебіг природних, соціально-економічних, науково-технічних та техногенних процесів, ми вважаємо, що основною ознакою

сучасного розвитку цивілізації є її нелінійно-динамічний, нерівноважний характер. Слід зазначити, що до цього часу в літературі не існує всебічного аналізу проблеми впливу нелінійно-динамічних чинників на характер та особливості здійснення сучасної підприємницької діяльності. Проведення такого аналізу будемо виконувати з позицій універсального еволюціонізму як основної парадигми досліджень у сучасній постнеокласичній науці [4].

Для цього в рамках теорії динаміки складних систем спочатку розглянемо основні властивості нелінійних систем будь-якої природи, що розвиваються, і в яких здійснюється взаємодія та обмін між матерією, енергією та інформацією [8,9]. Слід зазначити, що процес суспільного відтворення, який пов'язаний із взаємодією товарів, грошей, праці, управляючої інформації та інших економічних компонентів, можна розглядати як економічний аналог такої системи [10]. При цьому тут економічні суб'єкти присутні в неявній формі у всіх трьох компонентах, а саме: вони пропонують свої активи на ринку (матеріальний компонент взаємодії), здійснюють трудову діяльність (енергетичний компонент) і є джерелом управляючого впливу на процеси відтворення (інформаційний компонент) [10].

У найзагальнішому сенсі нелінійність системи полягає в тому, що її реакція на зміни внутрішнього або зовнішнього середовища не пропорційна величині цих змін. Це може призводити до реалізації швидкоплинних, навіть стрибкоподібних процесів у її еволюції.

Отже, в першу чергу зазначимо, що необхідною умовою розвитку системи певного рівня упорядкованості є її відкритість, оскільки згідно з нерівністю Клаузіуса для замкнутої системи найбільш імовірним (рівноважним) станом, до якого врешті решт прямує система, є неупорядкований стан з максимальною ентропією [11]. Відповідно, нелінійність відкритих динамічних систем передбачає присутність сильної взаємодії між внутрішніми та зовнішніми компонентами системи, наявність складних, нелінійних позитивних та негативних зв'язків між ними. Це, в свою чергу, призводить до прояву таких властивостей нелінійних систем, як залежність величин параметрів системи (середовища) від величини її збурення, а також наявність нестійких локальних стаціонарних станів рівноваги та нерівноважності процесів еволюції такої системи при переході з одного стаціонарного стану в інший. Наступною властивістю нелінійних систем є те, що, якщо її вивести із положення нестійкої локальної рівноваги, зростаюча амплітуда цього зміщення нелінійно залежить від величини збурення. При цьому наростання амплітуди зміщення відносно положення рівноваги може призвести до глобальної руйнації системи. Тому, в силу обмеженості енергетичних ресурсів системи і виконання умови її сталого розвитку, необхідно мати нелінійне обмеження зверху процесу наростання амплітуди збурення. Таке обмеження може бути забезпечене за рахунок відкритості системи, коли внесення ззовні від'ємної зміни величини ентропії приводить до реалізації стану глобальної стійкості системи з можливістю утворення різних функціональних структур в ній [10]. Утворення функціональних структур в таких системах відбувається внаслідок процесів самоорганізації, тобто прояву синергетичних ефектів.

Також однією з важливих властивостей нелінійних систем є наявність біфуркації – дискретної множини можливих альтернативних шляхів розвитку системи, що обумовлює незворотній характер її еволюції. При цьому в точках біфуркації спостерігається гранична чутливість поведінки системи до зовнішніх або внутрішніх збурень.

Переходячи до аналізу сучасного підприємництва, зазначимо, що основними чинниками, які обумовлюють, на наш погляд, яскраво виражений нелінійно динамічний характер соціально-економічного розвитку суспільства кінця XX – початку XXI ст., є наступні:

- прискорення науково-технічного прогресу;
- формування інформаційного суспільства;
- пришвидшення глобалізації соціально-економічних процесів.

Дійсно, сучасні тенденції прискорення науково-технічного прогресу, призвели до виникнення та інтенсивного розвитку у кінці XX ст. на початку XXI ст. індустрії наукоємних технологій (технологій, що базуються на синтезі теоретичних фундаментальних та технологічних знань), де можна виділити два відносно самостійних напрями: технології, направлені на трансформації у природі (high-tech технології – технічна складова), і технології, за допомогою яких можливі різного роду маніпуляції та управління індивідуальною і масовою (глобальною) свідомістю (high-hume технології – інформаційна складова) [4]. Поступово ці дві категорії технологій створили єдину систему, яка інтегрує в собі й інші технології. Цей факт став важливим детермінуючим чинником прискорення розвитку НТП.

Характерним проявом такого прискорення є пришвидшення процесів старіння накопичених знань. Час, протягом якого знання залишаються актуальним, постійно скорочується, і ці знання замінюються новими. Наслідком такої ситуації стає скорочення “життєвого циклу” знань, тобто

періоду від їх виникнення до практичного використання. Це, в свою чергу, пришвидшує процеси змін поколінь техніки, які базуються на відповідних поколіннях знань. Так, наприклад, якщо в індустріальну епоху “життєвий цикл” техніки становив 4–5, іноді 7–10 років, то зараз у ключовій галузі економічного розвитку – мікроелектроніці – технічні характеристики надвеликих інтегральних схем щорічно покращуються у два рази при тридцяти відсотковому зниженні витрат і цін [12,13].

Ще однією характерною рисою прояву прискорення НТП є поява і втягування з наростаючим прискоренням в господарський обіг значної кількості нових факторів виробництва та їх комбінацій, які базуються на принципово нових знаннях. Так, системоутворюючими технологіями феномену високих наукоємних технологій останніх двох десятиліть є нанотехнології, інформаційні та телекомунікаційні технології. Револьюційні відкриття у фізиці, біології, кібернетиці, що призвели до розвитку цих технологій, породили цілий ряд принципово нових професій: молекулярна та генна інженерія, клітинна медицина, фахівці з web-технологій та web-дизайну тощо.

Крім цього, враховуючи, що нові засоби виробництва створюються на основі нових, більш досконалих поколінь знань, які можуть значно глибше і повніше досягнути і використати закони, сили та ресурси природи, вони, як правило, значно продуктивніші за попередні. Отже, продуктивність засобів виробництва зростає від покоління до покоління й відповідно зростає продуктивність праці [12].

Таким чином, як показує аналіз, наведені чинники прискорення НТП призводять до прояву надзвичайно швидких, нерівноважних, біфуркаційних (якісні стрибки) змін у всіх сферах соціально-економічної, в тому числі і підприємницької, діяльності: новітніх технологіях виробництва та управління, нових базових видах продукції, споживчих та соціальних стандартах із скороченими життєвими циклами. Такі зміни також обумовлюють суттєве загострення конкуренції між суб'єктами господарювання від мікро- до макrorівня. При цьому для сучасного стану розвитку світової економіки характерні зміни в структурі та значущості факторів, які визначають рівень конкурентоспроможності. Так, зокрема, спостерігається тенденція до зниження можливостей зростання обсягів виробництва та асортименту продукції (послуг) за рахунок збільшення зайнятості населення, втягування у виробничий обіг більших обсягів природних ресурсів, змінюються сутність цінової конкуренції та впливу цінових і валютних факторів [14]. Все більшого значення набувають інтенсивні чинники розвитку: продуктивність праці, рівень кваліфікації кадрів, інноваційні технології тощо).

Саме інновації є характерною ознакою сучасного стану соціально-економічної діяльності. Проте, на відміну від першої половини ХХ ст., коли під інноваціями за Й. Шумпетером [6] розуміли переважно створення нових комбінацій з різних, часто вже існуючих, виробничих та ринкових чинників, то в теперішній час інноваційні технології – це, в першу чергу, технології, які побудовані на нових фундаментальних теоретичних та технологічних знаннях. Саме країни, що використовуються новітні технології є світовими лідерами технологічного прогресу, в яких за різними оцінками внесок НТП в приріст ВВП складає від 80 до 85% [14]. А це такі види діяльності як біотехнології, аерокосмічна промисловість, нанотехнології, нові матеріали, молекулярна та оптоелектроніка, системи штучного інтелекту, мікросистемна механіка, фотоніка, програмне забезпечення і засоби імітації, системи управління персоналом тощо. Щодо України, то стан інноваційної діяльності в ній більшістю експертів визначається як кризовий і такий, що не відповідає сучасному рівню інноваційних процесів у промислово розвинених країнах. Так, наприклад, у 2008р. за даними Держкомстату України лише 10,8% загальної кількості промислових підприємств впроваджували інновації [15]. Це, мабуть є визначальним чинником низького рівня конкурентоспроможності України у світовому розподіленні праці. За даними звіту Всесвітнього форуму про глобальну конкурентоспроможність у 2008-2009 роках Україна займала лише 72 місце серед 134 країн [16]. Стимування інноваційного розвитку в державі пов'язане з дефіцитом фінансових ресурсів, падінням платоспроможного попиту на науково-технічну продукцію з боку держави і підприємницького сектора, погіршенням якісних характеристик наукових кадрів і матеріально-технічної бази досліджень [16].

Надзвичайно високий динамізм, нерівноважність соціально-економічних процесів, що обумовлені прискоренням НТП, ще більше посилюються впливом процесів формування інформаційного суспільства в сучасному світі. Враховуючи гостру дискусію у науковій літературі щодо сутності цієї категорії (див., наприклад, [17–21]), в контексті даної роботи під інформаційним суспільством будемо розуміти теоретичну концепцію розвитку постіндустріального суспільства, в рамках якого інформація і знання продукуються в єдиному інформаційному просторі. Характерними рисами теоретичного інформаційного суспільства є [20]:

- повсюдне збільшення ролі інформації та знань в житті суспільства;
- зростання інформатизації та ролі інформаційних технологій в суспільних та господарських відносинах;
- зростання кількості людей, зайнятих інформаційними технологіями, комунікаціями та виробництвом інформаційних продуктів і послуг, зростання їх частки у ВВП;
- формування інформаційної підприємницької культури [18], направленої на отримання прибутку (інформаційної додаткової вартості) від виробництва та розповсюдження інформаційних продуктів, Інтернет-технологій у всіх сферах суспільства;
- створення глобального інформаційного простору, який забезпечує ефективну інформаційну взаємодію людей, їх доступ до світових інформаційних ресурсів і задоволення їхніх потреб щодо інформаційних продуктів і послуг.

Вважається [20], що в інформаційному суспільстві створення, розповсюдження, використання, узагальнення і маніпулювання інформацією становить значну частину економічної, політичної та культурної діяльності. Економіка знань (або інформаційна економіка [22]) стає економічною копією цієї діяльності, оскільки добробут суспільства створюється через експлуатацію знань або розуміння суті речей та процесів. Внаслідок цього змінюється і характер праці: відбувається подолання праці як утилітарної активності та заміна її творчою діяльністю, в меншій мірі мотивованою матеріальними чинниками [23].

Враховуючи такі тенденції в економіці, змінюється і підприємницька діяльність, набуваючи нових форм і рис. В першу чергу слід звернути увагу на те, що в сучасних умовах відбувається формування єдності предметно-матеріальних та ідеально-творчих засад у підприємницькій діяльності [1] на відміну від індустріального суспільства, коли ця єдність була втрачена. Серед найбільш значущих особливостей інноваційної діяльності сучасності, обумовлених досягненнями інформаційних технологій, стала поява та розвиток Інтернет. Технології і стандарти передачі даних через Інтернет стали універсальним середовищем для обміну комерційною інформацією, ведення різних видів електронного бізнесу (Інтернет-магазини, післяпродажні сервіси Інтернет-послуг, надання on-line інформаційних послуг, мобільні платежі тощо) [24]. І головне, формування глобального інформаційного простору, пов'язане в першу чергу з повсюдним використанням Інтернет-технологій, надзвичайно пришвидшило процеси глобалізації всіх компонентів соціально-економічного розвитку цивілізації, в тому числі і її домінантної складової – глобалізації економіки.

Глобалізація економіки – це складний, багатогранний та багаторівневий (від окремих малих підприємств до національних економік) процес закономірних якісних перетворень світової економіки, що відбуваються на основі усупільнення виробництва та поглиблення інтеграційних процесів у результаті безпрецедентного зростання і прискорення міжнародних переміщень товарів, послуг, капіталів, людських ресурсів, широкого розвитку новітніх інформаційних технологій, глобальних телекомунікаційних мереж, стандартизації законодавства тощо [25]. Саме глобалізація, обумовлена впливом результатів НТП, визначила формування та розвиток феномену відкритого суспільства у сучасному світі, в тому числі відкритості економічних систем від макро- до мікрорівня. В умовах глобалізації відбувається становлення нової конфігурації світової економіки. На сцену висуваються нові дійові особи, які нині є головними суб'єктами світових господарських процесів: багатонаціональні корпорації, міжнародні організації (МВФ, Світовий банк, МОП, СОТ) тощо. В умовах глобалізації також підвищуються взаємовплив і взаємозалежність світу, рівень формування сильних, складних, нелінійних позитивних і негативних взаємозворотних зв'язків між елементами економічних систем та підсистем будь-якого рівня. Фактори, що раніше просто фізично не могли впливати на певні процеси, в умовах підвищення взаємозалежності одержують таку можливість. Тому, значно збільшується кількість факторів впливу, чутливість поведінки суб'єктів господарювання до внутрішніх і зовнішніх збурень будь-якої природи, і, відповідно, збільшується можливість прояву біфуркаційності (багатоваріантності) процесів розвитку. Наприклад [12], у квітні 2003 р. один з корейських телеканалів, пославшись нібито на повідомлення сайту компанії CNN, передав фальсифіковану інформацію про те, що Білл Гейтс наче убитий. У неглобалізованому світі така інформація не могла б серйозно вплинути на стан ринку. У глобалізованому світі її негайно поширили інші інформагентства й фондовий ринок Південної Кореї впав на 1,5 відсотка. Загальні втрати від цього “жарту” оцінюються експертами більше ніж у 3 млрд. дол. США [26].

Отже, як показано вище, сучасні тенденції прискорення НТП, інформатизації та глобалізації суспільства, обумовлюють нелінійно динамічний, нерівноважний, біфуркаційний, відкритий характер перебігу соціально-економічних процесів у світі. Також, в рамках теорії динаміки складних систем відомо (див., наприклад, [9]), що, під час еволюції нелінійних систем (середовищ) дія нелінійних

зворотних зв'язків може призводити до самовпливу, самонаростання (або самопослаблення в залежності від характеру зв'язків) процесів в таких системах (середовищах). Причому ці нелінійні позитивні (або негативні) зворотні зв'язки є не обов'язково енергетичними, однак селективними та конфігураційними: якщо вони правильно топологічно організовані, їх резонансний вплив призводить до значного посилення (або послаблення) відповідних процесів. У відповідності до цього, діалектика сучасного етапу еволюції цивілізації, на наш погляд, дає підстави вважати, що нелінійно динамічний характер еволюції соціально-економічного середовища у світі, обумовлює прояв двох тенденцій. З одного боку, резонансний взаємовплив процесів НТП, формування інформаційного суспільства та глобалізації призводить до надзвичайно різкого прискорення всіх компонентів соціально-економічного розвитку суспільства, в тому числі і прискорення самих процесів НТП, глобалізації та інформатизації. З іншого боку, цей резонанс, що розвивається у нелінійно динамічному соціально-економічному середовищі, обумовлює прояв надзвичайно високого рівня нестабільності та непередбачуваності фінансово-економічних ринків, несподіваних стрибків, незрозумілих змін в тенденціях економічних трендів, раптових падінь виробництва, важких фінансово-економічних криз. Це, врешті решт, обумовлює різке підвищення рівня невизначеності, мінливості та нестійкості поведінки ринкового середовища, ризику підприємницької діяльності. Більш того, біфуркаційний характер розвитку сучасної економіки передбачає, згідно [27,28], що фінансово-господарчу діяльність будь-яким підприємством доводиться здійснювати в умовах неминучого існування невизначеності та ризику. Це свідчить про підвищення ролі та значущості підприємництва в сучасних умовах господарювання, відповідальності підприємців за результати своєї діяльності.

Отже, результати наших досліджень доводять неправомірність думки ряду економістів про відмирання функції підприємництва в умовах науково-технічного розвитку. Так, наприклад, Й. Шумпетер [6], вважаючи, що тенденції науково-технічного розвитку, які склалися у 40-роки ХХ століття, є незмінними, розглядає дві крайні ситуації. Перша: методи виробництва й самі предмети досягають такого ступеню досконалості, що потреби людства повністю задовольняються, стимули подальшого технологічного удосконалення зникають, а самі технологічні удосконалення стають неможливими в силу вичерпання технічних можливостей. В результаті підприємницька функція відмирає. І друга ситуація, згідно [6] технологічний прогрес все більше стає справою колективів висококваліфікованих фахівців, які створюють те, що потребує і вимагає працювати це створене передбачуваним чином, що можна отримати в результаті точних розрахунків.

Хибність такого підходу, на наш, погляд, полягає в тому, що, хоча Й. Шумпетер і вважається одним із засновників економічної теорії еволюціонізму [1], процеси еволюції він розглядає як відносно повільні (лінійні) зміни, які відбуваються в замкнутих системах.

Висновки. Таким чином, як показує аналіз, нелінійний, нерівноважний, біфуркаційний характер перебігу мікро- та макроекономічних процесів в сучасному глобалізованому (відкритому) світі, пов'язаний із різким підвищенням невизначеності, непередбачуваності та мінливості підприємницького середовища призводить до того, що підприємництво як явище в теперішній час не тільки не згасає, але й отримує нове наповнення, а також новий зміст. Це, в свою чергу, обумовлює об'єктивну необхідність створення принципово нових підходів, методів та моделей для опису підприємницької діяльності, які б відповідали сучасному рівню соціально-економічному розвитку суспільства.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Колесникова Л. Предпринимательство: от “максимизации прибыли” к синергии социально-экономических систем/ Л. Колесникова // Вопросы экономики. – 2001. – №10. – С. 40–54.
2. Асаул А. Н. Организация предпринимательской деятельности / А. Н. Асаул, М.П. Войнаренко, П. Ю. Ерофеев. – Спб.: Гуманистика, 2004. – 448 с.
3. Автономов В. Практики глазами теоретиков (феномен предпринимательства в экономической теории)/ В.Автономов// Предпринимательство в России. –1997. – №4(11). – С.5–11.
4. Кондратенко С.В. Особливості філософської інтерпретації наукоємності у постнекласиці/ С.В. Кондратенко // Філософія науки: традиції та інновації. – 2009. – №1. – С. 108–115.
5. Єрохін С. Технологічні уклади, динаміка цивілізаційних структур та економічна перспектива України / С. Єрохін // Економічний часопис – ХХІ, серія економічна. –2006. – № 1–2.
6. Шумпетер И Теория экономического развития/ И.Шумпетер. – М.: Директ-Медиа. – 2007. – 400 с.
7. Найт Ф. Х. Риск, неопределенность и прибыль / Ф. Х. Найт; пер.с англ. –М.: Дело. – 2003. – 360 с.

8. Анищенко В. С. Знакомство с нелинейной динамикой. Лекции Соросовского профессора / В. С. Анищенко. – [3-е изд., перераб. и доп.]. – М.: Эдиториал УРСС, 2008. – 224 с.
9. Малинецкий Г.Г. Современные проблемы нелинейной динамики/ Г.Г. Малинецкий, А.Б. Потапов. – М.: Эдиториал УРСС, 2008. – 326 с.
10. Мясников А.А. Предпосылки возникновения синергетических эффектов в экономике/ А.А. Мясников// Экономические науки. –2008. –№8 (45). – С. 101–104.
11. Ландау Л.Д. Теоретическая физика. Статистическая физика. Часть 1/ Л.Д. Ландау, Е. М.Лифшиц. – [3-е изд., испр.]. – М.: Наука. – 1976. – 584 с.
12. Галиця І.О. Інноваційні механізми підвищення конкурентоспроможності в умовах економічної нестабільності (науково-аналітична записка) / Галиця І. О. –К.: – К.: ДУ “ІЕП НАНУ”. – 2007. – 11с.
13. Мельник Л.Г. Фундаментальные основы развития / Л.Г. Мельник. – Сумы: Университетская книга, 2003. –288 с.
14. Нечепуренко В.Н. Особенности управления научно-техническим прогрессом в условиях трансформации экономики Украины/ В.Н. Нечепуренко, С.В. Леонов // Вісник Української академії банківської справи. – 2001. – №2 (11). – С.1–6.
15. Веб-сторінка офіційного сайту Державного комітету статистики України. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
16. Костюк Т.П. Мотивація інноваційної діяльності в сучасних умовах господарювання / Т.П. Костюк // Вісник ЖДТУ. – Серія «Економічні науки». – 2010. –№1 (51). – С. 175 – 178.
17. Белл Д. Грядущее постиндустриальное общество. Опыт социального прогнозирования/ Д. Белл; пер. с англ. п/р В.Л.Иноземцева. – М.: Академия, 1999. –786 с.
18. Кастельс М. Інформаційне суспільство та держава добробуту фінська модель/ Мануель Кастельс, Пекка Хіманен. – К.: вид.”Ваклер”, 2006. – 232 с.
19. Уэбстер Ф. Теории информационного общества / Фрэнк Уэбстер; пер. с англ. п/р Е. Л. Вартаковой. – М.: Аспект пресс, 2004. – 400с.
20. Інформаційне суспільство. – Вікіпедія [Електронний ресурс]. – Режим доступу: UK – Wikipedia.org/wiki/.
21. Лайон Д. Інформаційне суспільство: проблеми та ілюзії/ Давід Лайон// Сучасна зарубіжна соціальна філософія. Хрестоматія. – Упоряд. Віталій Лях. – К.: Либідь, 1996. – С. 362–380.
22. Кастельс М. Информационная эпоха: экономика, общество и культура /Мануель Кастельс; пер. с англ. под науч. ред. О. Ч. Шкаратана. – М.: Гос. ун-т. высш. шк. экономики, 2000. – 606с.
23. Тоффлер Е. Новая парадигма власти. Знания, богатство й сила /Елвін Тоффлер; перекл. з англ. Н. Бордукової. – Харків: Акта, 2003. – 688 с.
24. Хисамутдинов И. А. Основы экономики и теории рынка/ И.А. Хисамутдинов. – М.: Изд-во УГНТУ, 2008. –734 с.
25. Чавикіна Ю.Б. Закономірності розвитку світового господарства/ Ю.Б.Чавикіна, Н.А.Олійникова. – Харків: ХНАДУ, 2007. – 60с.
26. Жарт, який коштував три мільярди доларів// Урядовий кур’єр. – 2003, 16.04. – №71. – С.14.
27. Stewart J. Bringing about organization change – a frame work / J. Stewart// J. of European Industrial Training. – 1989. – № 13. – P. 6–13.
28. Бриллиг М.Г. Влияние современных изменений на характер предпринимательских организаций / Матвей Григорьевич Бриллиг// Управление риском. – 2006. – №2. – С. 2–9.

REFERENCES

1. Kolesnikova L. Predprinimatelstvo: ot “maximizacii pribyli” k sinergii socialno-ekonomicheskikh sistem/ L. Kolesnikova // Voprosy ekonomiki. – 2001. – №10. – P. 40–54. (Rus)
2. Asaul A.N. Organizaciia predprinimatelskoi deyatelnosti/ A.N. Asaul, M.P. Voynarenko, P. Yu. Yerofeev. – Spb.: Gumanistika, 2004. – 448 p. (Rus)
3. Avtonomov V. Praktiki glazami teoretikov (fenomen predprinimatelstva v ekonomicheskoi teorii)/ V. Avtonomov// Prtedprinimatelstvo v Rosii. –1997. – №4(11). – P.5–11. (Rus)
4. Kondratenko S.V. Osoblyvosti filosofskoi interpretacii naukoyemnosti v postneklasyci/ S.V. Kondratenko // Filosofiia nauky: tradycii ta innovacii. – 2009. – №1. – P. 108–115. (Ukr)
5. Yerochin S. Technologichni układy, dynamika cyvilizaciinih struktur ta ekonomichna perspektyva Ukrainy/ S. Yerochin // Ekonomichni chasopys – XXI, seriia ekonomichna. –2006. – № 1–2. (Ukr)
6. Shumpeter I. Teoriia ekonomicheskogo razvitiia/ I.Shumpeter. – М.: Dirtekt-Media. – 2007. – 400 p. (Rus)

7. Nait F.H. Risk, neopredelenost i pribyl/ F.H.Nait. –M.: Delo. – 2003. – 360 p. (Rus)
8. Anishchenko V.S. Znakomstvo s nelineinoi dinamikoi. Lekcii sorosovskogo professora/V.S. Anishchenko. – [3-e izd., pererab. i dop.]. – M.: Editorial URSS, 2008. – 224 p. (Rus)
9. Malinetskii G.G. Sovremennyye problemy nelineinoi dinamiki/ G.G.Malinetskii, A.B. Potapov. – M.: Editorial URSS, 2008. – 326 p. (Rus)
10. Miasnikov A.A. Predposylki vozniknoveniia sinergeticheskikh effektov v ekonomike/ A.A. Miasnikov // Ekonomicheskii nauki. –2008. –№8 (45). – P.101–104. (Rus)
11. Landau L.D. Teoreticheskaya fizika. Statisticheskaya fizika. Chast1/ L.D. Landau, Ye. M. Lifshits. – [3-e izd., ispr.]. – M.: Nauka. – 1976. – 584 p. (Rus)
12. Galytsia I.O. Innovatsiyni mekhanizmy pidvyshchennia konkurentospromozhnosti v umovakh ekonomichnoi nestabilnosti (naukovo-analitychna zapyska) / I. O.Galytsia –K.:– K.: ДУ “ІЕС НАНУ”. – 2007. – 11 p. (Ukr)
13. Melnik L.G. Fundamentalnyiye osnovy razvitiia/ L.G. Melnik. – Sumy: Universitetskaiia kniga, 2003. –288 p. (Rus)
14. Nechepurenko V.N. Osobennosti upravleniia nauchno-technicheskim progressom v usloviiah transformatsii ekonomiki Ukrainy/ V.N. Nechepurenko, S.V. Leonov // Visnyk Ukraïnskoïi akademii bankivskoiï spravy. – 2001. – №2 (11). – P.1–6. (Rus)
15. Veb-storinka ofitsiynogo saytu Derzhavnogo komitetu statystyky Ukrainy. – [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.ukrstat.gov.ua>. (Ukr)
16. Kostyuk T.P. Motyvatsiia innovatsiynoi diyalnosti v suchasnykh umovakh gospodaryuvannya / T.P. Kostyuk // Visnyk ZhDTU. – Seriya “Ekonomichni nauky”. – 2010. –№1 (51). – P. 175 – 178. (Ukr)
17. Bell D. Gryadushcheie postindustrialnoie obshchestvo. Opyt socialnogo prognozirovaniia/ D.Bell; per. s angl. V.L.Inozemtseva. – M.: Akademiia, 1999. – 786 p. (Rus)
18. Kastels M. Informatsiine suspilstvo ta derzhava dobrobutu: fïnska model/ Manuel Kastels, Pekka Chimanen. – K.: vyd.”Vakler”, 2006. – 232 p. (Ukr)
19. Webster F. Teorii informatsionnogo obshchestva/ Frank Webster; per. s angl. p/r Ye. L. Vartanovoi. – M.: Aspect press, 2004. – 400 p. (Rus)
20. Informatsiine suspilstvo. – Wikipedia [Elektonnyi resurs]. – Rezhym dostupu: UK – Wikipedia.org /wiki/.(Ukr)
21. Layon D. Informatsiine suspilstvo: problemy ta ilyuzii/ David Layon// Suchasna zarubizhna socialna filosofiiia. Chrestomatiia. – Uporyad. Vitalii Lyach. – K.: Lybid, 1996. – P. 362–380. (Ukr)
22. Kastels M. Informatsionnaiia epokha: ekonomika, obshchestvo i kultura / Manuel Kastels; per. s angl. pod nauch. red. O. Ch. Shkartana. – M.: Gos. universitet vyssh. shk. ekonomiki, 2000. – 606 p. (Rus)
23. Toffler E. Nova paradygma vlady. Znannia, bahatstvo i syla /Elvin Toffler; per. s angl. N. Bordukovoi. – Charkiv: Akra, 2003. – 688 p. (Ukr)
24. Chisamutdinov I.A. Osnovy ekonomiky i teorii rynku/ I.A.Chisamutdinov. – M.: Izd-vo UGNTU, 2008. –734 p. (Rus)
25. Chavykina Yu. B. Zakonomirnosti rozvytku svitovogo gospodarstva/ Yu. B.Chavykina, N.A. Oliinykova. – Charkiv: ChNADU, 2007. – 60 p. (Ukr)
26. Zhart, yakyi koshtuvav try mil’yardy dollariv// Uryadovi kur’yer. – 2003, 16.04. – №71. – P.14. (Ukr)
27. Stewart J. Bringing about organization change – a frame work / J. Stewart// J. of European Industrial Training. – 1989. – № 13. – P. 6–13.
28. Brilling M.G. Vlianiye sovremennykh izmeneniy na character predprinimatelskikh organizatsiy/ Matvey Grigor’yevich// Upravleniye riskom. – 2006. – №2. – P. 2–9. (Rus)

РЕФЕРАТ

Данчук В.Д. Підприємницька діяльність в умовах нелінійного характеру соціально-економічного розвитку суспільства / В.Д. Данчук, Л.С. Козак, М.В. Данчук // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

В роботі виявлені та теоретично обґрунтовані основні чинники, властивості та тенденції нелінійно динамічного характеру соціально-економічного розвитку суспільства та проаналізовано їх вплив на підприємницьку діяльність в сучасних умовах перебігу економічних процесів.

Об’єкт дослідження – соціально-економічні процеси розвитку суспільства.

Мета роботи – на основі системного аналізу виявлення основних чинників, властивостей та тенденцій нелінійного характеру розвитку суспільства та їх впливу на підприємницьку діяльність в сучасних умовах перебігу економічних процесів.

Методи дослідження – методи аналізу нелінійної динаміки складних систем.

За допомогою системного аналізу виявлені та теоретично обґрунтовані основні чинники, властивості та тенденції нелінійно динамічного характеру розвитку економіки, що пов'язані із проявом та резонансною взаємодією між собою процесів прискорення науково-технічного прогресу, повсюдної інформатизації, глобалізації всіх компонентів соціально-економічного розвитку суспільства. На підставі проведених досліджень теоретично обґрунтовано підвищення ролі підприємницької діяльності в сучасних умовах функціонування економіки, яка характеризується різким збільшенням рівня невизначеності та ризику, мінливості та нестійкості поведінки ринкового середовища.

Використання запропонованих підходів дозволить у подальшому розвинути уявлення про зміст, концепцію, функції підприємницької діяльності в умовах нелінійно динамічного характеру перебігу економічних процесів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПІДПРИЄМНИЦЬКА ДІЯЛЬНІСТЬ, НЕЛІНІЙНА ДИНАМІКА, НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ПРОГРЕС, ІНФОРМАЦІЙНЕ СУСПІЛЬСТВО, ГЛОБАЛІЗАЦІЯ.

ABSTRACT

Danchuk V.D., Kozak L.S., Danchuk M.V. Business activity in the conditions of nonlinear social and economic development of society. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

In paper the main factors, properties and trends of nonlinear dynamic of the social and economic development are identified and theoretically proved, and their impact on the business in the present conditions of economic processes are analyzed.

The object of study – the social and economic development processes of society.

Purpose – definition of the main factors, properties and trends of the nonlinear development of society and their impact on the business in the present conditions of economic processes on the base of systematic analysis.

Research methods – nonlinear dynamics methods of complex systems analysis.

With the help of the system analysis the main factors and trends of nonlinear properties of the dynamic nature of economic development are identified and theoretically proved. This is primarily due to the manifestation and the resonant interaction between a process of accelerating scientific and technological progress, ubiquitous information, globalization of all components of the social and economic development. On the basis of the research is theoretically justified increasing the role of business in modern conditions the economy.

The proposed approach will further develop the idea of the content, concepts, functions of business activity in the conditions of nonlinear dynamics of the economic processes.

KEYWORDS: BUSINESS ACTIVITY, NONLINEAR DYNAMICS, SCIENTIFIC and TECHNOLOGICAL PROGRESS, THE INFORMATION SOCIETY, GLOBALIZATION.

РЕФЕРАТ

Данчук В.Д. Предпринимательская деятельность в условиях нелинейного характера социально-экономического развития общества / В.Д. Данчук, Л.С. Козак, М.В. Данчук // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В работе выявлены и теоретически обоснованы основные факторы, свойства и тенденции нелинейно динамического характера социально-экономического развития общества и проанализировано их влияние на предпринимательскую деятельность в современных условиях протекания экономических процессов.

Объект исследования – социально-экономические процессы развития общества.

Цель работы – на основе системного анализа определение основных факторов, свойств и тенденций нелинейного характера развития общества и их влияния на предпринимательскую деятельность в современных условиях протекания экономических процессов.

Методы исследования – методы анализа нелинейной динамики сложных систем.

С помощью системного анализа выявлены и теоретически обоснованы основные факторы, свойства и тенденции нелинейно динамического характера развития экономики, обусловленных проявлением и резонансным взаимодействием между собой процессов ускорения научно-технического прогресса, повсеместной информатизации, глобализации всех компонентов социально-экономического развития общества. На основании проведенных исследований теоретически

обосновано підвищення ролі підприємницької діяльності в сучасних умовах функціонування економіки, яка характеризується різким збільшенням рівня неопределенності і ризику, змінчивості і неустійчивості поведінки ринкової середовища.

Використання запропонованих підходів дозволить в подальшому розвинути представлення про зміст, концепції, функції підприємницької діяльності в умовах нелінійно динамічного характеру протікання економічних процесів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПІДПРИЄМНИЦЬКА ДІЯЛЬНІСТЬ, НЕЛІНІЙНА ДІНАМІКА, НАУЧНО-ТЕХНІЧЕСКИЙ ПРОГРЕС, ІНФОРМАЦІОННЕ ОБСЬОВСТВО, ГЛОБАЛІЗАЦІЯ.

АВТОРИ:

Данчук В.Д., доктор фізико-математичних наук, професор, Національний транспортний університет, декан факультету транспортних та інформаційних технологій, e-mail: vdanchuk@ukr.net, тел. +380442849441, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, УБК, к. 211.

Козак Л.С., кандидат економічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри економіки, e-mail: lskozak1@gmail.com, тел. +380442803016, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 313.

Данчук М.В., Національний транспортний університет, асистент кафедри економіки, e-mail: mashadanchuk@mail.ru, тел. +380442803016, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 313.

AUTHORS:

Danchuk V.D., Dr.Sc. (phys.-math.), National Transport University, the Dean of the faculty of transport and information technologies, e-mail: vdanchuk@ukr.net, tel. +380442849441, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, ELC, of. 211.

Kozak L.S., Ph.D. (economist), National Transport University, Head of economic department, e-mail: lskozak1@gmail.com, tel. +380442803016, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 313.

Danchuk M.V., National Transport University, assistant of the economic department, e-mail: mashadanchuk@mail.ru, tel. +380442803016, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 313.

АВТОРЫ:

Данчук В.Д., доктор физико-математических наук, профессор, Национальный транспортный университет, декан факультета транспортных и информационных технологий, e-mail: vdanchuk@ukr.net, тел. +380442849441, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, УБК, к. 211.

Козак Л.С., кандидат экономических наук, профессор, Национальный транспортный университет, заведующий кафедрой экономики, e-mail: lskozak1@gmail.com, тел. +380442803016, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 313.

Данчук М.В., Национальный транспортный университет, ассистент кафедры экономики, e-mail: mashadanchuk@mail.ru, тел. +380442803016, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, УБК, к. 313.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Парфенцева Н.О., доктор економічних наук, професор, Національна академія статистики, обліку та аудиту Держстату України, зав. кафедрою статистики, обліку та аудиту, Київ, Україна.

Воркут Т.А., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, зав. кафедрою транспортного права та логістики, Київ, Україна.

REVIEWER:

Parfentseva N.O., Ph.D., (Economist (Dr.)), professor, National Academy of Statistics, Accounting and Auditing of State Statistics of Ukraine, Head of the Department of Statistics, Accounting and Auditing, Kyiv, Ukraine.

Vorkut T.A., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, Head of the department of Transport Law and Logistics, Kyiv, Ukraine.

УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ НАУКОВИХ ПРОЕКТІВ В КОРПОРАТИВНІЙ ІНФОРМАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ З САМООРГАНІЗАЦІЄЮ

Данчук В.Д., доктор фізико-математичних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Лемешко Ю.С., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Лемешко Т.А., Національний транспортний університет, Київ, Україна

RESEARCH PROJECTS QUALITY MANAGEMENT IN THE CORPORATE INFORMATION SYSTEM WITH SELF-ORGANIZATION

Danchuk V.D., Dr.Sc. (phys.-math.), National Transport University, Kyiv, Ukraine

Lemeshko Y.S., Ph.D. (engineering), National Transport University, Kyiv, Ukraine

Lemeshko T.A., National Transport University, Kyiv, Ukraine

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ НАУЧНЫХ ПРОЕКТОВ В КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ С САМООРГАНИЗАЦИЕЙ

Данчук В.Д., доктор физико-математических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Лемешко Ю.С., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Лемешко Т.А., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми. Однією з головних проблем багатьох наукових проектів вітчизняних дослідників є надзвичайно низький рівень використання отриманих результатів на практиці – в промисловості, економіці, соціальній сфері, освіті тощо. В значній мірі це пов'язано з певною розбіжністю напрямів проведення наукових досліджень з нагальними потребами навколишнього середовища (громадське суспільство, кон'юнктура ринку, держава), а також невідповідністю отриманих результатів початковим очікуванням, що зумовлено як низькою якістю формування самих наукових проектів, так і якістю їх управління. Існуючі підходи, за якими вкрай обмежені ресурси країни витрачаються на загальну підтримку науки, є безперспективними і практично себе вичерпали. На сучасному етапі розвитку суспільства, одним з основних показників ефективності переважної більшості наукових проектів повинен бути рівень їх комерціалізації.

Разом з тим, відомо, що якість управління, наприклад, комерційними проектами напряму залежить від використання сучасного інформаційного забезпечення та досвіду його застосування учасниками проекту. Тут слід відзначити широке розповсюдження корпоративних інформаційних систем (ІС) управління проектами (УП) та програмами. Об'єднання окремих проектів в корпоративному середовищі дозволяє отримати додатковий синергетичний ефект від їх спільної, скоординованої реалізації і ефективному використанні наявних ресурсів з дотриманням високих стандартів якості. Наступним кроком в цьому напрямі є використання відкритих, в тому числі додатків систем управління проектами для мобільних пристроїв, що зокрема зумовлено бурхливим розвитком технологій та соціальних сервісів web 2.0. Зазначені підходи дозволять значно посилити кооперацію віддалених учасників проекту, усуваючи перепони щодо комунікації між ними, дають можливість ефективніше обмінюватись досвідом, використовувати спільні бази знань найкращих практик.

На думку авторів концепцію соціальних сервісів в управлінні проектами потрібно активніше застосовувати для наукових проектів, хоча вона і є ще недостатньо розвинутою та потребує значних досліджень. Прикладом її ефективного використання можуть бути відкриті проекти в області інформаційних технологій, де вже отримані суттєві як фундаментальні, так і прикладні результати з високою економічною ефективністю.

Аналіз публікацій та постановка задачі. На думку авторів, досягнення сучасної науки в управлінні проектами та інформаційних технологіях використовуються недостатнім чином при

виконанні наукових проектів. Задля інтенсифікації наукової діяльності, покращення якості управління пропонується використовувати результати в таких напрямах наукових досліджень як:

- теорія управління проектами (С.Д. Бушуєв, Ю.М. Тесля, В.А. Рач, В.Н. Бурков, Д.А. Новіков, В.І. Воропаїв, Д.І. Голенко-Гінзбург, І. І. Мазур, В.Д. Шапіро та ін.);

- теорія активних систем (В.Н. Бурков, А.К. Еналеев, В.В. Кондратьєв, Д.А. Новіков, А.В. Щепкін та ін.);

- інформаційна теорія ієрархічних систем (Ю. Б. Гермейера, Ф. І. Ерешко, А. Ф. Кононенко, Н. С. Кукушкін, Н. Н. Моїсєєв та ін.);

- розділи економіко-математичного моделювання, що досліджують задачі узгодженого планування та програмно-цільового планування (К.А. Багриновский, В.Л. Макаров, Г.С. Поспелов, В. А. Ірік, Г.Г. Балаян і ін.);

- оцінка результатів і ефективності наукових досліджень (Ю. Б. Татарінов та ін.), методологія освіти (В. І. Загвязінський, В. В. Краєвський, В.С. Ледньов, А. М. Новиков) та інноваційна діяльність в освіті (В. А.Сластєнін, Л. С. Подимова, В. В. Кузнецов та ін.);

- методика системного аналізу та моделювання процесів із застосуванням сучасних програмних засобів (А.В. Шеєром, Гейном, Сарсоном, Йордоном, Ченом, Баркером, Г.Н. Каляновим, А. Штріком та ін.);

- розробка ІС автоматизованого проектування і штучного інтелекту (Гаврилова Т.А., Волкова Г.Д., Кафаров В.В, Прохоров А.Ф., Павлов В.В., Євгенєв Г.Б., Фогель Д.Б., Д. Джонс, Малигін Е.Н., Капустін Н.М., Норенков І.П. та інші вітчизняні та зарубіжні вчені) [1-6].

Саме напрацювання з вищенаведених напрямів та найкращих наукових практик можуть бути використані для покращення управління якістю наукових проектів в корпоративній інформаційній системі шляхом самоорганізації портфелю проектів. Таким чином, задача дослідження полягає у розробленні теоретичних підходів, які дозволять забезпечити функціонування самоорганізуючої динамічної адаптивної ІС УП, що адекватно реагує на потреби навколишнього середовища. Успішний результат впровадження зазначених підходів дозволить створити синергетичний ефект, що забезпечить управління якістю наукових проектів на новому рівні.

Мета роботи, зокрема, полягає у розробці моделі управління якістю наукових проектів на основі самоорганізації бази знань корпоративної інформаційної системи під впливом зовнішніх факторів (ринку, громадянського суспільства і держави).

Основна частина. Головною рисою, яка забезпечує життєздатність будь-яких системи стає здатність до швидкої трансформації. В рамках методології розвитку відкритих ІС це означає, що домінуюча роль в процесі розвитку системи переходить до ефектів самоорганізації.

Існуючі ІС УП, на жаль, не враховують особливості УП в науці, зокрема фундаментальними та прикладними науковими проектами, науково-технічними розробками і комплексними роботами (програмами). В тому числі, не забезпечується повноцінне функціонування системи управління якістю науковими проектами, що пов'язано з потребою самоорганізації великої кількості проектів на основі даних, які надходять до системи під впливом зовнішніх факторів (ринку, громадянського суспільства і держави).

Управління якістю складної системи вимагає проведення постійного якісного аналізу метрик якості, що впливають на інтегральний показник якості кожного проекту. В інформаційній моделі корпоративної ІС управління якістю наукових проектів, що розробляється, пропонується здійснювати за такими напрямами:

- планування та забезпечення якості (здійснюється безпосередньо авторами наукових проектів за допомогою інструментарію системи на основі результатів проведеного інтелектуального аналізу та пропозиції відповідних найкращих практик, що містяться в базі знань системи);

- контроль якості (здійснюється експертами через проведення експертизи нових та завершених наукових проектів). Для нових проектів визначаються базові стандарти та параметри якості з метою їх подальшого моніторингу. Для завершених наукових проектів проводиться процедура підтвердження якості (процес перевірки вимог якості та результатів вимірювань в процесі контролю якості), тобто підтвердження використання відповідних стандартів якості та заданих параметрів якості.

У відповідності до стандарту міжнародного інституту управління проектами РМВок метрики якості описують в конкретних термінах, як параметри проекту або продукту, так і способи вимірювання цих параметрів. Результат вимірювання – це фактична величина. Допуск визначає допустимі відхилення метрики. Наприклад, метрика, пов'язана з метою в області якості, – залишитися в рамках схваленого бюджету $\pm 10\%$ – може включати вимір вартості кожного результату та визначення відхилення цього результату у відсотках від схваленого бюджету.

Для забезпечення якості управління проектом необхідно періодично виконувати якісний аналіз – це процес розстановки пріоритетів для їх подальшого аналізу або дій шляхом оцінки й зіставлення їх наслідків та ймовірностей виникнення.

В запропонованій моделі освітньої корпоративної ІС УП (рис. 1) передбачено виконання якісного аналізу характеристик для двох груп:

– параметрів (якісних характеристик) експерта для розрахунку інтегральних вагових коефіцієнтів груп експертів та інтегрального показника якості кожного експерта зокрема. Цей показник має безпосередній вплив на результат експертизи нового або завершеного наукового проекту;

– показників оцінки нового або завершеного наукового проекту для визначення їх ваги, що відображає вплив зовнішнього середовища та безпосередньо впливає на визначення інтегрального показника рейтингу наукового проекту.

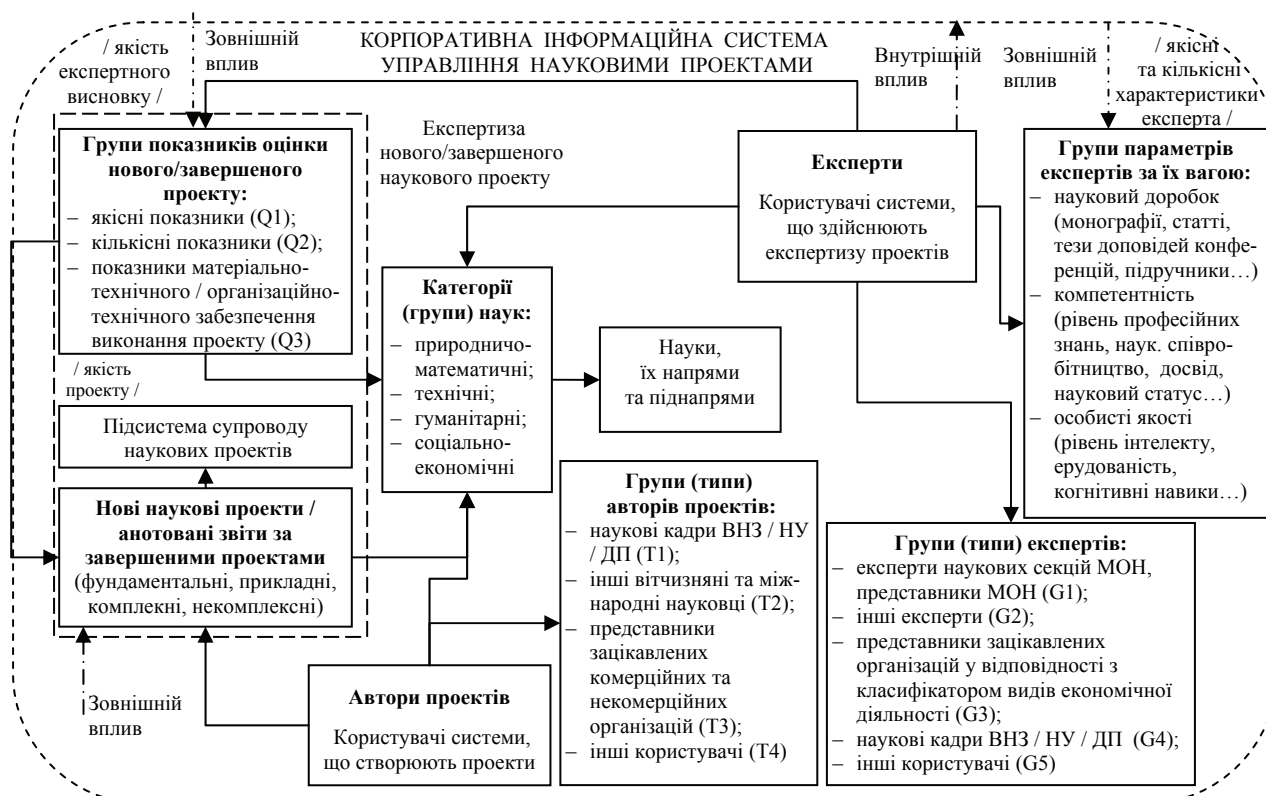


Рисунок 1 – Модель управління якістю наукових проектів в корпоративній ІС УП

Представлена модель передбачає наявність в системі декількох груп експертів: експерти наукових секцій МОН та представники МОН $G1$; інші вітчизняні та міжнародні експерти $G2$; представники зацікавлених комерційних та некомерційних організацій у відповідності з класифікатором видів економічної діяльності $G3$; наукові кадри ВНЗ / НУ / ДП $G4$; інші користувачі $G5$. Крім того, кожний експерт має множину параметрів (якісні та кількісні характеристики), що поділені на 3 умовні групи: науковий доробок, компетентність і особисті якості. Шляхом анкетних опитувань і тестів визначаються значення цих параметрів для кожного експерта. Належність експерта до певної групи, ваговий коефіцієнт цієї групи, кількість експертів групи, а також індивідуальні характеристики експерта, визначають вагу його рішень в системі (E_i):

$$E_i = k_n \cdot E_{n-1} \cdot z_{n-1} \cdot \sum_{j=1}^m (l_j \cdot p_{ij}), \quad (1)$$

де $n=1..g$ – ідентифікатор групи експерта, g – загальна кількість груп експертів в системі;

$i=1..h$ – ідентифікатор експерта, h – загальна кількість експертів в системі;

k_n – ваговий коефіцієнт n -ої групи (стала величина, що відображає компетентність групи по відношенню до решти груп; визначається на основі консенсусного рішення для кожної групи експертів);

z_n – кількість експертів n -ої групи;

$l_j^* p_{ij}$ – показник характеристики j -го параметру i -го експерта, де l_j – вага j -го параметру експертів, p_{ij} – значення j -го параметру i -го експерта (вага кожного з параметрів визначається на основі спільного анкетного опитування всіх експертів системи);

m – кількість параметрів для інтегральної якісної характеристики експертів системи.

Кожний з експертів також належить до однієї з категорій (груп) наук та наукового напрямку, що вказуються експертом особисто і беруться до уваги при виконанні експертизи наукових проектів.

Експертна оцінка (рейтинг) R_x x -го проекту з урахуванням вагового коефіцієнту E_i i -го експерта, що здійснює відповідну експертизу проекту, згідно з (1), визначається за формулою:

$$R_x = \frac{\sum_{i=1}^{h_x} \left(E_i \cdot \sum_{g=1}^{d_x} (q_g \cdot s_{xg}) \right)}{h_x}, \quad (2)$$

де $x=1..y$ – ідентифікатор проекту, y – загальна кількість проектів в системі;

h_x – кількість експертів, що здійснюють експертизу x -го проекту;

E_i – інтегральний коефіцієнт, що визначає вагу рішень i -го експерта в системі;

$q_g^* s_{xg}$ – показник характеристики g -го параметру x -го проекту, де q_g – вага g -го параметру оцінки проектів, s_{xg} – значення g -го параметру x -го проекту (вага кожного з параметрів визначається на основі спільного анкетного опитування всіх експертів системи);

d_x – кількість параметрів для інтегральної якісної характеристики x -го проекту;

Крім експертів, в системі працює інша велика категорія користувачів – автори проектів. Умовно цих користувачів теж можна поділити на декілька груп: наукові кадри вищих навчальних закладів, наукових установ, державних підприємств $T1$; інші вітчизняні та міжнародні науковці $T2$; представники зацікавлених комерційних та некомерційних організацій $T3$; інші користувачі системи $T4$. Хоча ці групи не мають вагових коефіцієнтів, які б застосовувались у розрахунках, така класифікація може використовуватись для фільтрації даних в пошукових запитах і виконанні експертизи для окремих груп авторів проектів, що приймають участь в певних програмах за державні кошти, наприклад, таких як «Наука в університетах», чи кошти інших організацій, наприклад, міжнародного наукового проекту TEMPUS та інших.

Представлена модель передбачає, що користувачі системи шляхом спільного анкетного опитування визначають перелік показників з їх вагою для оцінювання нових та завершених наукових проектів. На початковому етапі функціонування системи пропонується передбачити показники, класифіковані за умовними групами (якісні $Q1$, кількісні $Q2$ та показники матеріально-технічного забезпечення $Q3$), за категоріями наук, їх напрямками та піднапрямами. В процесі розвитку і самоорганізації системи деякі показники можуть втратити свою значимість і бути виключені з переліку, а інші навпаки – включені до нього. Таким чином, через думку експертів та авторів проектів буде враховано вплив як зовнішніх, так і внутрішніх факторів середовища.

Висновки. Отже, на думку авторів, відправною точкою для покращення якості наукових проектів є аналіз і перенесення досвіду в управлінні успішними комерційними проектами, застосування сучасних інформаційних технологій та останніх досягнень науки з управління проектами та програмами.

В роботі сформульовані теоретичні підходи щодо забезпечення управління якістю наукових проектів на основі самоорганізації бази знань корпоративної інформаційної системи управління проектами та програмами з використанням даних, що надходять ззовні системи під впливом зовнішніх факторів (ринку, громадянського суспільства і держави).

Перспективи подальшого розвитку. Викладені наукові дослідження потребують впровадження в прикладній розробці для підтвердження їх ефективності. Для реалізації поставлених завдань пропонується створення на базі ІС «Наука в університетах» корпоративної ІС з самоорганізацією на зразок віртуального консорціуму, основною задачею якого буде управління якістю наукових проектів з використанням принципів синергетики.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Новиков Д.А., Суханов А.Л. Модели и механизмы управления научными проектами в ВУЗах. М.: Институт управления образованием РАО, 2005. – 80 с.
2. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) / PMI. – 2008. – Fourth Edition. – 459p.

3. Данчук В.Д. Фундаментальні основи відкритих інтелектуальних інформаційних систем / В.Д. Данчук, Ю.С. Лемешко, Т.А. Лемешко // Вісник НТУ. – К.: НТУ – 2014. – № 29. – С.116-122.
4. Данчук В.Д. Концепція системно-синергетичного підходу в управлінні проектами / В.Д. Данчук, Ю.С. Лемешко, Т.А. Лемешко // Вісник НТУ. – К.: НТУ – 2012. – Вип. 26. – Ч.2. – С.128-133.
5. Лемешко Ю.С. Управління неструктурованим треком проектів в корпоративних інформаційних системах // Управління проектами, системний аналіз і логістика. – К.: НТУ – 2012. – Вип. 10. – С.125-129.
6. Лемешко Ю.С. Наукові підходи до аналізу ділового навколишнього середовища відповідно до стандарту ДСТУ ISO 9004:2012 / Віткін Л.М., Лемешко Ю.С., Лемешко Т.А. // Науково-технічний журнал «Стандартизація, сертифікація, якість». – №2 (81) 2013 – С.3-8.

REFERENCES

1. Novikov D.A., Suhanov A.L. Modeli i mehanizmyi upravleniya nauchnyimi proektami v VUZah. M.: Institut upravleniya obrazovaniem RAO, 2005. – 80 s. (Rus)
2. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). PMI, 2008. Fourth Edition. – 459p.
3. Danchuk V.D., Lemeshko Y.S., Lemeshko T.A. Fundamentalni osnovi vidkritih intelektualnih informatsiynih sistem [The fundamental basis of open intelligent information systems] // Visnyk NTU [Herald of National Transport University], 2014. No. 29. – P.116-122.
4. Danchuk V.D., Lemeshko Y.S., Lemeshko T.A. Konceptiya systemno-synergetychnogo pidhodu v upravlinni proektamy [The concept of system-synergetic approach to project management]. Visnyk NTU [Herald of National Transport University], 2012. No. 26. Part 2. P.128-133. (Ukr)
5. Lemeshko Y.S. Upravlinnya nestrukurovanym trekom proektiv v korporatyvnyh informacijnyh systemax [Manage unstructured projects' track in enterprise information systems]. Upravlinnya proektamy, systemnyj analiz i logistyka [Project Management, Systems Analysis and Logistics], 2012. No. 10. P.125-129. (Ukr)
6. Lemeshko Y.S., Lemeshko T.A., Vitkin L.M. Naukovi pidxody do analizu dilovogo navkolyshnogo seredovyshha vidpovidno do standartu DSTU ISO 9004:2012 [Scientific approaches to the analysis of business environment in accordance with standard DSTU ISO 9004:2012]. Standartyzaciya, sertyfikaciya, yakist [Standardization, Certification and Quality], 2013. No. 2 (81). P.3-8. (Ukr)

РЕФЕРАТ

Данчук В.Д. Управління якістю наукових проектів в корпоративній інформаційній системі з самоорганізацією / В.Д. Данчук, Ю.С. Лемешко, Т.А. Лемешко // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

В роботі запропонована модель управління якістю наукових проектів в корпоративній інформаційній системі з самоорганізацією.

Об'єкт дослідження – корпоративна інформаційна система управління проектами з самоорганізацією.

Мета роботи – розроблення теоретичних підходів управління якістю наукових проектів в корпоративній інформаційній системі шляхом самоорганізації портфелю проектів.

Методи дослідження – методи управління проектами та програмами, управління якістю, теорія систем і системний аналіз.

Якість управління проектами безпосередньо залежить від використання сучасного інформаційного забезпечення та досвіду його спільного застосування учасниками проекту. Використання корпоративних інформаційних систем управління проектами та програмами в бізнесі змінює модель функціонування компаній. Об'єднання окремих проектів в корпоративному середовищі дозволяє отримати додатковий синергетичний ефект від їх спільної, скоординованої реалізації і ефективному використанні наявних ресурсів з дотриманням високих стандартів якості.

В роботі сформульовані теоретичні підходи щодо забезпечення управління якістю наукових проектів на основі самоорганізації бази знань корпоративної інформаційної системи управління проектами та програмами з використанням даних, що надходять ззовні системи під впливом зовнішніх факторів (ринку, громадянського суспільства і держави).

На думку авторів аналіз і перенесення досвіду успішних комерційних проектів на наукові проекти з використанням сучасних інформаційних технологій та найкращих практик управління

проектами, зокрема застосування запропонованої моделі самоорганізації портфелю проектів, дозволить значно покращити якість управління науковими проектами.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – розроблення ефективної моделі управління якістю наукових проектів в корпоративній інформаційній системі.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЯКІСТЬ, КОРПОРАТИВНА СИСТЕМА, ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА, УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ, НАУКОВІ ПРОЕКТИ, САМООРГАНІЗАЦІЯ.

ABSTRACT

Danchuk V.D., Lemeshko Y.S., Lemeshko T.A. Research projects quality management in the corporate information system with self-organization. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

The paper proposes the quality management model for research projects in the corporate information system with self-organization.

Scope of research – the corporate project management information system with self-organization.

Purpose – to present theoretical approaches in quality management for research projects in the corporate information system with self-organization of it's portfolio.

Research methods – methods of project management and quality management, system theory and the theory of system analysis.

The quality of project management depends heavily on the modern information technology and experience of project team members to apply for it. The implementation of the project management information system and business changes the modes of operation within the company. Combining individual projects in a corporate environment allows to get additional synergistic effect of their joint, coordinated implementation and effective use of available resources to the highest quality standards.

The paper proposes theoretical approaches to ensure research projects quality management on the basis of self-organization of knowledge base in the corporate project management information system analyzing data coming from outside the system as external factors (market, civil society and the state).

The authors propose to analyze and transfer the experience of successful commercial projects on research projects using modern information technology and project management best practices, including the proposed model of portfolio self-organization. This can significantly improve the research projects quality management.

Forecast assumptions about the object of study – develop the effective model of quality management for research projects in the corporate information system.

KEYWORDS: QUALITY, CORPORATE SYSTEM, INFORMATION SYSTEM, PROJECT MANAGEMENT, RESEARCH PROJECTS, SELF-ORGANIZATION.

РЕФЕРАТ

Данчук В.Д. Управление качеством научных проектов в корпоративной информационной системе с самоорганизацией / В.Д. Данчук, Ю.С. Лемешко, Т.А. Лемешко // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В работе предложена модель управления качеством научных проектов в корпоративной информационной системе с самоорганизацией.

Объект исследования – корпоративная информационная система управления проектами с самоорганизацией.

Цель работы – разработка теоретических подходов управления качеством научных проектов в корпоративной информационной системе путем самоорганизации портфеля проектов.

Методы исследования – методы управления проектами и программами, управление качеством, теория систем и системный анализ.

Качество управления проектами напрямую зависит от использования современного информационного обеспечения и опыта его общего применения участниками проекта. Использование корпоративных информационных систем управления проектами и программами в бизнесе меняет модель функционирования компаний. Объединение отдельных проектов в корпоративной среде позволяет получить дополнительный синергетический эффект от их общей, скоординированной реализации и эффективного использования имеющихся ресурсов с соблюдением высоких стандартов качества.

В работе сформулированы теоретические подходы обеспечения управления качеством научных проектов на основе самоорганизации базы знаний корпоративной информационной системы управления проектами и программами с использованием данных, которые поступают извне системы под влиянием внешних факторов (рынка, гражданского общества и государства).

По мнению авторов анализ и перенос опыта успешных коммерческих проектов на научные проекты с использованием современных информационных технологий и лучших практик управления проектами, в частности применение предложенной модели самоорганизации портфеля проектов, позволит значительно улучшить качество управления научными проектами.

Прогнозные предположения относительно развития объекта исследования – разработка эффективной модели управления качеством научных проектов в корпоративной информационной системе.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: КАЧЕСТВО, КОРПОРАТИВНОЕ СИСТЕМА, ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА, УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ, НАУЧНЫЕ ПРОЕКТЫ, САМООРГАНИЗАЦИЯ.

АВТОРИ:

Данчук В.Д., доктор фізико-математичних наук, професор, Національний транспортний університет, декан факультету транспортних та інформаційних технологій, e-mail: vdanchuk@ukr.net, тел. +380442849441, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, УБК, к. 211.

Лемешко Ю.С., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, доцент кафедри електроніки та обчислювальної техніки, e-mail: LLYYSS@gmail.com, тел. +380442846439, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, УБК, к. 213.

Лемешко Т.А., Національний транспортний університет, аспірант кафедри електроніки та обчислювальної техніки, e-mail: tlemeshko@ukr.net, тел. +380442846439, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, УБК, к. 213.

AUTHOR:

Danchuk V.D., Dr.Sc. (phys.-math.), National Transport University, the dean of the faculty of transport and information technologies, e-mail: vdanchuk@ukr.net, tel. +380442849441, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, ELC, of. 211.

Lemeshko Ю.С., Ph.D. (engineering), National Transport University, associate professor, department of electronics and computers, e-mail: LLYYSS@gmail.com, tel. +380442846439, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, ELC, of. 213.

Lemeshko T.A., National Transport University, postgraduate, department of electronics and computers, e-mail: tlemeshko@ukr.net, tel. +380442846439, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, ELC, of. 213.

АВТОРЫ:

Данчук В.Д., доктор физико-математических наук, профессор, Национальный транспортный университет, декан факультета транспортных и информационных технологий, e-mail: vdanchuk@ukr.net, тел. +380442849441, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, УБК, к. 211.

Лемешко Ю.С., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, доцент кафедры электроники и вычислительной техники, e-mail: LLYYSS@gmail.com, тел. +380442846439, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, УБК, к. 213.

Лемешко Т.А., Национальный транспортный университет, аспирант кафедры электроники и вычислительной техники, e-mail: tlemeshko@ukr.net, тел. +380442846439, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, УБК, к. 213.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Оксіюк О.Г., доктор технічних наук, професор, Європейський університет, зав. каф. інформаційних систем та математичних дисциплін, Київ, Україна.

Прокудін Г.С., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, зав. кафедрою міжнародних перевезень та митного контролю, Київ, Україна.

REVIEWER:

Oksiyuk O.G., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, European University, Head of the department of Information Systems and mathematics, Kyiv, Ukraine.

Prokudin G.S., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, Head of the department of international transportation and customs control, Kyiv, Ukraine.

ТРИКУТНИК ЗНАНЬ – РУШІЙНА СИЛА ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ

Данчук В.Д., доктор фізико-математичних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна.

Лясковський В.П., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна.

Ткаченко В.А., Національний транспортний університет, Київ, Україна.

KNOWLEDGE TRIANGLE IS THE DRIVING FORCE OF INNOVATIVE DEVELOPMENT

Danchuk V.D., Dr.Sc. (phys.-math.), professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine

Lyaskovsky V.P., candidate of technical sciences, assistant professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine.

Tkachenko V.A., National Transport University, Kyiv, Ukraine.

ТРЕУГОЛЬНИК ЗНАНИЙ – ДВИЖУЩАЯ СИЛА ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ

Данчук В.Д., доктор физико-математических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина.

Лясковский В.П., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Ткаченко В.А., Национальный транспортный университет, Киев, Украина.

Актуальність дослідження. Сучасні тенденції прискорення науково-технічного прогресу, призвели до виникнення та інтенсивному розвитку наприкінці ХХ на початку ХХІ століття індустрії наукоємних технологій (технологій, заснованих на синтезі теоретичних фундаментальних і технологічних знань).

Проте, стан інноваційної діяльності в Україні та інших державах пострадянського простору більшістю експертів визначається як кризовий і такий, що не відповідає сучасному рівню інноваційних процесів у промислово розвинених країнах. В даний час економіка України знаходиться в ще більш скрутному становищі, яке обумовлено соціально-політичним і фінансовому кризою. Стимування інноваційного розвитку в державі пов'язане з дефіцитом фінансових ресурсів, зосередженість на низькопродуктивних галузях, що працюють, в основному, на експорт, залежність національної економіки від імпорту, падінням платоспроможного попиту на науково-технічну продукцію з боку держави та підприємницького сектора, погіршення якісних характеристик наукової та матеріально - технічної бази досліджень.

Між тим, як показує аналіз, становлення України, та й будь-якої іншої країни, як розвинутої держави зі стабільною економікою, в сучасному світі насамперед прямо пов'язане з формуванням синергії освітньої, дослідницької та інноваційної сфер. Все це визначає актуальність виконання міжнародного проекту TEMPUS - «Fostering the Knowledge Triangle in Belarus, Ukraine and Moldova (FKTBUM) - Підтримка трикутника знань в Білорусі, Україні та Молдові», в якому приймає участь Національний транспортний університет, і який спрямований на розробку принципів, вимог і підходів, що сприяють прискоренню процесу успішної інтеграції вищої освіти, інновацій та досліджень в країнах-партнерах – Білорусі, Україні та Молдові.

Постановка задачі. У статті розглядаються питання додаткових факторів розвитку інноваційного суспільства за рахунок освіти, наукових досліджень та інноваційних технологій, так званого “трикутника знань”. Показано роль і вплив закладів освіти на розробку та впровадження наукових досліджень та інновацій, а також вплив цих факторів на підвищення мотивації сучасного випускника вищої школи.

Виклад основного матеріалу. Відомо, що будь-яке сучасне суспільство сьогодні не може динамічно прогресувати без активного розвитку освіти, наукових досліджень і впровадження інноваційних технологій в діяльність людства.

Економічний потенціал держави визначається не стільки природними ресурсами і дешевою робочою силою, а інтелектуальною нацією, яка володіє сучасними інноваційними технологіями. Центрами підготовки інтелектуального потенціалу будь-якого суспільства є вищі навчальні заклади (ВНЗ). ВНЗ стають основними учасниками та організаторами освіти, наукових досліджень та інноваційних технологій. (Рис. 1.).



Рисунок 1 – Основні складові інтелектуального потенціалу ВНЗ

Актуальним питанням на сьогодні для будь-якого університету є концентрація науково-дослідних ресурсів для вирішення цих важливих складових.

Для цього при вищих навчальних закладах формуються тимчасові творчі колективи із співробітників різних підрозділів не тільки самого університету, а й науково-дослідних і науково-технологічних центрів і технопарків. Це і є головна особливість сучасного університету. (Рис.2.).

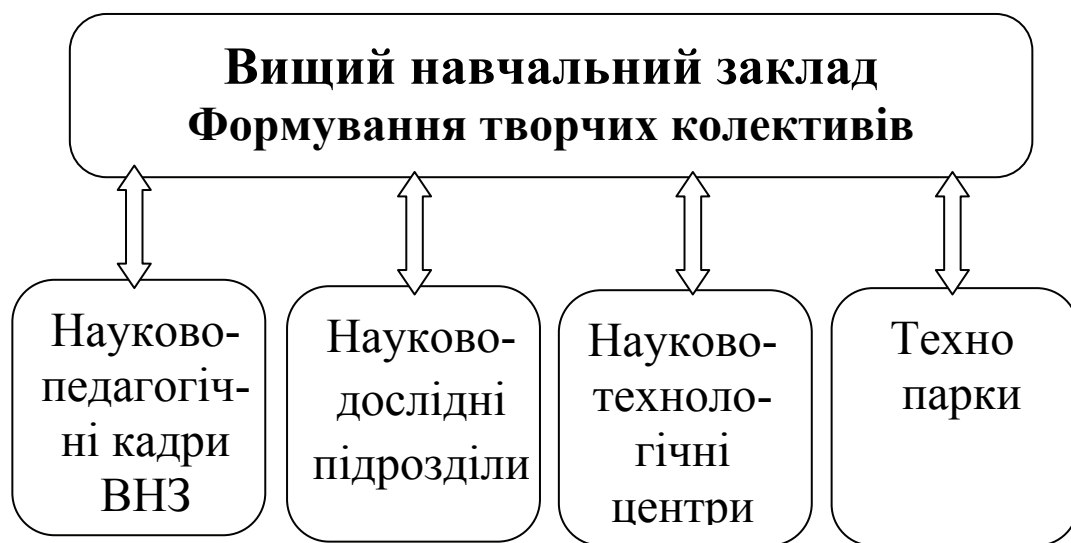


Рисунок 2 – Структура науково-дослідних ресурсів ВНЗ

Важливою особливістю сучасного вищого навчального закладу являється, крім теоретичної фундаментальної підготовки студентів, залучення їх до науково-дослідницької практичної діяльності. В майбутньому їм буде простіше адаптуватися до вимог конкурентного ринку праці. Це повинно бути головною мотивацією будь-якого випускника вищої школи. (Рис. 3.).

Залучення всіх студентів і аспірантів до розробок та досліджень має бути обов'язковою умовою процесу навчання з метою створення науково-технічного потенціалу сучасних випускників. Участь студентів в науково-технічному процесі, як складовою частиною освітнього процесу, дозволяє готувати сучасні кадри, здатні до інноваційної діяльності та вирішенні нестандартних завдань.



Рисунок 3 – Головна мотивація студентів

Результати наукових досліджень і впровадження нових технологій є надійною та сучасною навчальною базою для створення освітніх програм студентів і аспірантів, а підготовлені за цими програмами фахівці зможуть успішно вирішувати питання впровадження і розвитку нових технологій на високому професійному рівні в будь-якій сфері діяльності. Виходячи з цього зростає роль вищих навчальних закладів у створенні і розвитку інноваційних технологій.

Сучасна освіта має базуватися на новітніх знаннях, дослідженнях і розробках, які дадуть можливість сформувати наукомістку базу знань для теоретичної та практичної підготовки студентів та аспірантів.(Рис.4).

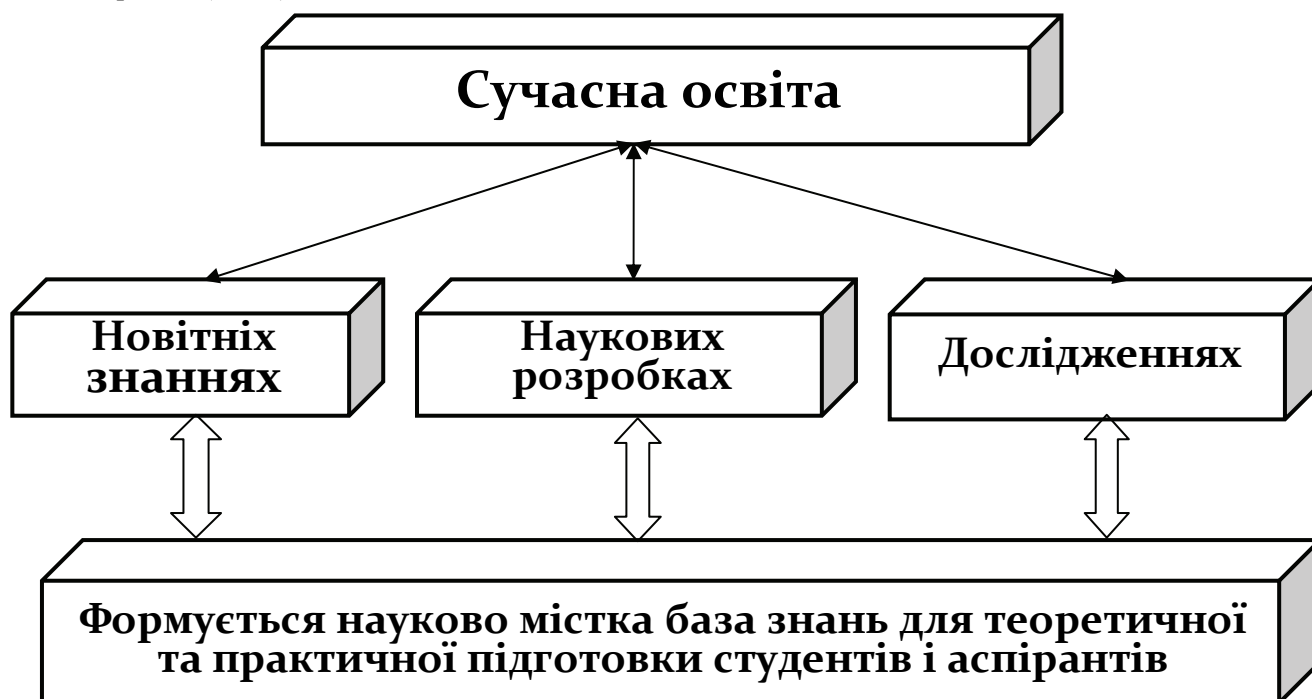


Рисунок 4 – Базові елементи сучасної освіти

Дуже важливо, щоб партнерство між університетами, державними організаціями та приватними компаніями постійно зростала. Така співпраця за допомогою «трикутника знань» дає можливість ефективно розвивати різнобічні зв'язки між наукою, промисловістю та суспільством.

Суттєвим фактором інноваційного розвитку є також співпраця українських університетів із світовими університетами, яка необхідна для розширення взаємного ділового партнерства у великих стратегічних проектах, дослідницьких програмах, де завжди стоїть актуальним питання залучення кваліфікованих випускників ВНЗ і талановитих вчених.

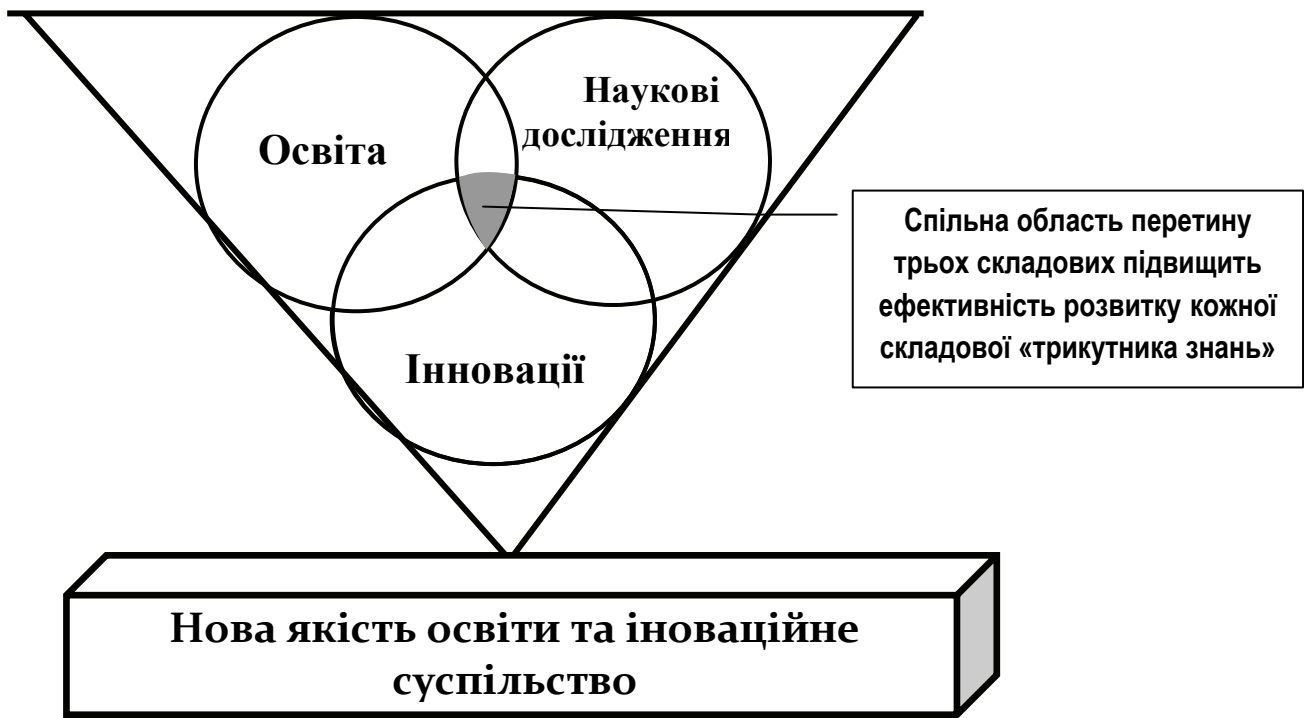


Рисунок 5 – Інтеграція елементів трикутника знань

Проведений аналіз в Україні показав, що у сфері освіти, наукових досліджень та інновацій потрібні розробки нових методологічних підходів і конкретних рекомендацій і особливо необхідно акцентувати увагу на наступних питаннях:

- обсяг державного та приватного інвестування в наукові дослідження та освіту;
- єдину політику і системний підхід в розвитку складових «трикутника знань», що дасть можливість розробити спільні заходи для подальшого розвитку цього важливого напрямку;
- складність впровадження результатів науково-дослідних і конструкторських розробок в державні та комерційні проекти із за існуючого законодавства в Україні;
- інтеграцію всіх складових «трикутника знань»;
- рівень інновацій в дослідженнях у вищій освіті;
- недостатню автономію університетів, яка не дозволяє їм розвивати свій економічний і науково-технічний потенціал, що призводить до недостатньої активізації різнобічних зв'язків, як всередині держави так і з іншими державами світу;
- недолік активної взаємодії зі світовим співтовариством у сфері вищої освіти, досліджень та інновацій.

Висновок. Таким чином, як показує проведений аналіз, взаємна інтеграція і синергізм вищої освіти, інновацій та дослідницької діяльності дозволяє ефективно впроваджувати концепцію «трикутника знань», взаємодії всіх його складових - науково-дослідних організацій, вищих навчальних закладів, міністерства освіти, а також представників бізнесу - компаній, орієнтованих на трансфер-технології. Завдяки такій тріаді, університети та підприємства забезпечать свою конкурентоздатність і сприятимуть процесу індустріалізації економіки, в основі якого закладені генерація і трансфер знань.

Дослідження проведені в рамках виконання міжнародного проекту TEMPUS - «Fostering the Knowledge Triangle in Belarus, Ukraine and Moldova (FKTBUM) - Підтримка трикутника знань в Білорусі, Україні та Молдові».

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Дмитриченко М.Ф. Сучасний стан та перспективи розвитку вищого навчального закладу/ М.Ф. Дмитриченко, В.П. Ляковський, Р.А. Серебряков// Проблеми транспорту ” Збірник наукових праць , випуск 8. – НТУ. – К. – 2011. – С.9 – 16.
2. Дмитриченко М.Ф. Принцип системної інформатизації управління в НТУ/ М.Ф. Дмитриченко., В.П. Ляковський, В.М. Шаповал // Вісник НТУ, ТАУ. – 2008. – №17. – С.3 – 6.
3. А.с. Концептуальні та методологічні засади створення та розвитку в Україні національної мережі трансферу технологій UTTN / В.С. Лисенко, С.О. Єгоров. – № 24253; опубл. 22.04.08.

REFERENCES

1. Dmytrychenko M.F. Suchasny stan ta perspektvyvy rozvytku vyshchogo navchalnogo zakladu/ M.F.Dmytrychenko, V.P.Lyaskovsky, R.A.Serebryakov// Problemy transportu "Zbirnyk naukovykh prac", випуск 8. – NTU. K. – 20011. – S.9 – 16. (Ukr)
2. Dmytrychenko M.F. Pryncyp systemnoi informatyzacii upravlinnya v NTU/ M.F.Dmytrychenko, V.P.Lyaskovsky, V.M.Shapoval// Visnyk NTU, TAU. – 2008. – №17. – С.3 – 6. (Ukr)
3. A.s. Konceptualni ta metodychni zasady stvorennia ta rozvytku v Ukraini nacionalnoyi merezhi transferu technology UTTN/ V.S.Lysenko, S.O. Yegorov. – № 24253; opubl. 22.04.08. (Ukr)

РЕФЕРАТ

Данчук В.Д. Трикутник знань – рушійна сила інноваційного розвитку / В.Д. Данчук, В.П. Лясковський, В.А. Ткаченко // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

В роботі проведено аналіз додаткових факторів розвитку інноваційного суспільства за рахунок освіти, наукових досліджень та інноваційних технологій, так званого "трикутника знань".

Об'єкт дослідження – процеси інноваційного розвитку суспільства.

Мета роботи – виявлення та аналіз факторів розвитку інноваційного суспільства за рахунок освіти, наукових досліджень та інноваційних технологій.

Методи дослідження – методи системного аналізу.

В роботі проведено аналіз додаткових факторів розвитку інноваційного суспільства за рахунок освіти, наукових досліджень та інноваційних технологій, так званого "трикутника знань".

Показано роль і вплив університетів на розробку та впровадження наукових досліджень та інновацій, а також вплив цих факторів на підвищення рівня фахової підготовки студентів та аспірантів.

Використання запропонованих підходів дозволить у подальшому визначити та дослідити механізми взаємної інтеграції та синергізму вищої освіти, інновацій і дослідницької діяльності щодо ефективного впровадження концепції «трикутника знань» як одного з основних чинників сучасного розвитку суспільства.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ВИЩА ОСВІТА, НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ, ІННОВАЦІЙНА ДІЯЛЬНІСТЬ, ТРИКУТНИК ЗНАНЬ, СИНЕРГІЗМ.

ABSTRACT

Danchuk V.D., Lyaskovskiy V.P., Tkachenko V.A. The triangle of knowledge is the driving force of innovation. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

This paper analyzes additional factors for innovation society through education, research and innovative technology, the so-called "knowledge triangle".

The object of study is the processes of innovation development of society.

Purpose is to identify and analyze the factors for innovation society through education, research and innovation technologies.

Research methods are the methods of system analysis.

This paper analyzes additional factors for innovation society through education, research and innovative technology, the so-called "knowledge triangle".

The role and impact of universities on the development and implementation of research and innovation, and the impact of these factors on the necessary professional skills and graduate students.

Using the proposed approach will further identify and explore the mechanisms of mutual integration and synergy of higher education, innovation and research to effectively implement the concept of the "knowledge triangle" as one of the key factors of modern society.

KEY WORDS: HIGHER EDUCATION, RESEARCH, INNOVATION, KNOWLEDGE TRIANGLE, SYNERGISM.

РЕФЕРАТ

Данчук В.Д. Треугольник знаний – движущая сила инновационного развития / В.Д. Данчук, В.П. Лясковский, В.А. Ткаченко// Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В работе проведен анализ дополнительных факторов развития инновационного общества за счет образования, научных исследований и инновационных технологий, так называемого "треугольника знаний".

Объект исследования – процессы инновационного развития общества.

Цель работы – выявление и анализ факторов развития инновационного общества за счет образования, научных исследований и инновационных технологий.

Методы исследования – методы системного анализа.

В работе проведен анализ дополнительных факторов развития инновационного общества за счет образования, научных исследований и инновационных технологий, так называемого "треугольника знаний".

Показана роль и влияние деятельности университетов на проведение и внедрение научных исследований и инноваций, а также влияние этих факторов на повышение уровня профессиональной подготовки студентов и аспирантов.

Использование предложенных подходов позволит в дальнейшем определить и исследовать механизмы взаимной интеграции и синергизма высшего образования, инноваций и исследовательской деятельности по эффективному внедрению концепции «треугольника знаний» как одного из основных факторов современного развития общества.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ, НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ, ТРЕУГОЛЬНИК ЗНАНИЙ, СИНЕРГИЗМ.

АВТОРИ:

Данчук В.Д., доктор фізико-математичних наук, професор, Національний транспортний університет, декан факультету транспортних та інформаційних технологій, e-mail: vdanchuk@ukr.net, тел. +380442849441, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, УБК, к. 211.

Лясковський В. П., кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри електроніки та обчислювальної техніки, начальник Міжнародного освітянського центру інформаційних технологій, e-mail: general@ntu.edu.ua, тел. +380442808203, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1.

Ткаченко В.А., доцент, Національний транспортний університет, начальник навчально-методичного відділу, e-mail: ntu@ntu.edu.ua, тел. +380442804582, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1.

AUTHORS:

Danchuk V.D., Dr.Sc. (phys.-math.), National Transport University, the Dean of the faculty of transport and information technologies, e-mail: vdanchuk@ukr.net, tel. +380442849441, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, ELC, of. 211.

Lyaskovsky V. P., candidate of technical sciences, assistant professor, National Transport University, assistant professor of electronics and computers, Head of the International Education Center of Information Technologys e-mail: general@ntu.edu.ua, tel. +380442808203, Ukraine, 01010, m. Kyiv, str. Suvorov 1.

Tkachenko V.A. assistant professor, National Transport University, Head of the education department, e-mail: ntu@ntu.edu.ua, tel. +380442804582, Ukraine, 01010, m. Kyiv, str. Suvorov 1.

АВТОРЫ:

Данчук В.Д., доктор физико-математических наук, профессор, Национальный транспортный университет, декан факультета транспортных и информационных технологий, e-mail: vdanchuk@ukr.net, тел. +380442849441, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, УБК, к. 211.

Ляковский В. П., кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры электроники и вычислительной техники, начальник Международного образовательного центра информационных технологий, e-mail: general@ntu.edu.ua, тел. +380442808203, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1.

Ткаченко В.А., доцент, Национальный транспортный университет, начальник учебно-методического отдела технологий, e-mail: ntu@ntu.edu.ua, тел. +380442804582, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Прокудін Г.С., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, зав. кафедрою міжнародних перевезень та митного контролю, Київ, Україна.

Безверхий О.І., доктор фізико-математичних наук, професор, Інститут механіки ім. С.П.Тимошенка НАНУ, завідувач відділу електропружності, Київ, Україна.

REVIEWER:

Prokudin G.S., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, Head of the department of international transportation and customs control, Kyiv, Ukraine.

Bezverkhy A.I., Doctor of Sciences, Professor, Institute of Mechanics S.P.Tymoshenko National Academy of Sciences, Head of Department of electro, Kyiv, Ukraine.

НЕСНА ЗДАТНІСТЬ КОРОБЧАТОЇ ТОНКОСТІННОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Дехтяр А.С., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

LOAD CARRYING CAPACITY OF THIN-WALLED FOLDED STRUCTURE

Dekhtyar A.S., D. Sci., National Transport University, Kyiv, Ukraine

НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ КОРОБЧАТОЙ ТОНКОСТЕННОЙ КОНСТРУКЦИИ

Дехтярь А.С., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Сутність проблеми. Колишні норми будівельного проектування, оцінюючи несну здатність конструкцій, розглядали лише перший граничний стан найбільш навантажених перетинів. Цей підхід, виправданий для статично визначуваних систем, не дозволяв врахувати перерозподіл зусиль в статично невизначуваних конструкціях і виявити реальні резерви несної здатності. Такі задачі розв'язує теорія граничної рівноваги, але отримані нею результати раніше не визнавалися нормативними і використовувалися лише як довідкові. Тим часом сучасні норми [1] рекомендують на основі пластичного розрахунку і з дозволу національних органів управління перевіряти несну здатність конструкції в цілому, охоплюючи належним чином всі можливі форми руйнування.

Розрахунки верхньої межі граничного навантаження для багатьох конструкцій часто вдається проводити в замкнутій формі, надаючи остаточним результатам формульного вигляду. На цій основі можна побудувати економічний і ефективний процес попереднього проектування, в якому розглядається конкуренція різних форм вичерпання несної здатності.

Стан досліджень. В [5,6] розглянуто задачі граничної рівноваги і оптимального проектування мостових балок коробчатого перетину. Особливість же нинішньої задачі полягає в статичній схемі – тут оцінюються консольні конструкції, причому вибір розрахункової моделі (балка або тонкостінна призматична оболонка) залежить від співвідношення розмірів перетину і вильоту консолі (рис.1).

Постановка задачі. Вважається, що конструкції виконано з ідеального жорсткопластичного матеріалу. з неоднаковими границями текучості σ^- при стисненні і σ при розтягуванні, причому $\sigma^- \gg \sigma$. Така модель часто використовується для опису властивостей звичайного залізобетону. Вертикальне навантаження рівномірно розподілено по поверхні верхньої полиці. Розміри конструкції показані на рис.1. Єдина розмірна величина тут – висота перетину, а решта розмірів – ширина перетину, однакова товщина стінок і полиць, виліт консолі представлено безрозмірними величинами $\psi, \varepsilon, \lambda$ відповідно.

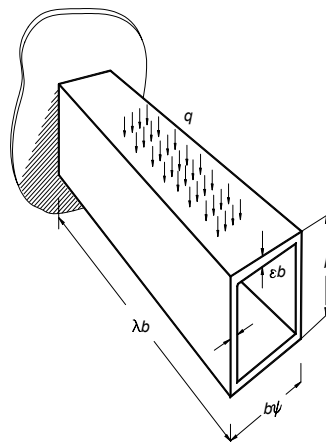


Рисунок 1

Інтенсивність рівномірного поперечного навантаження, прикладеного до верхньої полиці, позначимо, далі використовуємо її безрозмірну величину $p = q\sigma^{-1}$.

1.Балкова форма. Якщо розглядувана конструкція – балка коробчатого перетину, можлива звичайна консольна форма руйнування (рис.2). На можливих переміщеннях такого механізму внутрішні граничні зусилля – мембранні і згинальні – виконують віртуальну роботу а саме на верхній полиці і стінці працюють осьові зусилля, на нижній полиці – згинальні моменти.

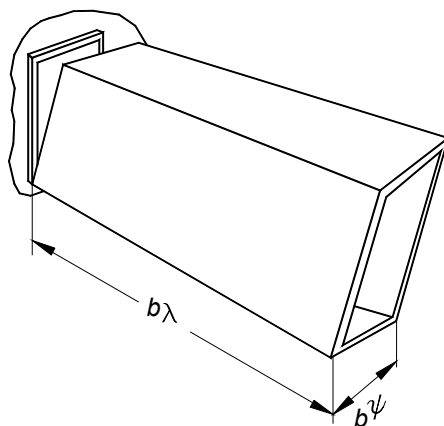


Рисунок 2

При одиничному можливому переміщенні вільного кінця консолі кут повороту в пластичному шарнірі $\phi = (\lambda b)^{-1}$, тоді площа епюри зосереджених деформацій [2,3]

$$\omega = b(1 + \psi) / \lambda,$$

а віртуальна робота мембранних граничних зусиль

$$D_{iM} = \sigma b^2 \varepsilon (1 + \psi) / \lambda.$$

Граничні погонні згинальні моменти діють уздовж нижньої полиці, і ця частина роботи може бути представлена рівністю

$$D_{iB} = 0,5 \sigma b^2 \psi \varepsilon^2 \lambda^{-1},$$

отже остаточно

$$D_i = D_{iM} + D_{iB} = \sigma b^2 \varepsilon (1 + \phi + 0,5 \psi \varepsilon) / \lambda.$$

Зовнішнє рівномірне навантаження виконує роботу

$$D_e = 0,5 p \sigma b^2 \lambda \psi.$$

З умови рівноваги $D_i - D_e = 0$ одержуємо остаточно вираз для безрозмірної інтенсивності p зовнішнього навантаження

$$p_1 = 2 \varepsilon (1 + \psi + 0,5 \psi \varepsilon) (\lambda^2 \psi)^{-1}. \quad (1)$$

2.Плитні форми. Якщо розглядувана конструкція – призматична оболонка, можливо вичерпання її несної здатності внаслідок руйнування верхньої полиці [2,3], воно показано на рис.3. При одиничному можливому опусканні точки С кути взаємного повороту дисків 1-3 і їх повороту відносно нерухомої частини 0 балки рівні

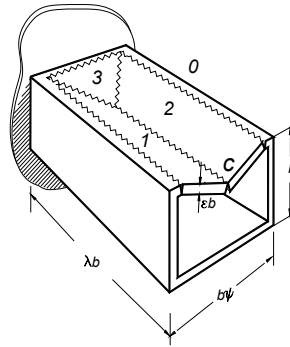


Рисунок 3

$$\varphi_{10} = \varphi_{20} = \varphi_{30} = 2/(b\psi); \varphi_{12} = \varphi_{23} = 2\sqrt{2}/(b\psi)^{-1}.$$

Знаючи довжини лінійних пластичних шарнірів і припускаючи ізотропію міцносних властивостей верхньої полиці, знаходимо роботу граничних згинальних моментів

$$D_i = 4\sigma b^2 \varepsilon^2 (2\lambda - 0,5\psi)\psi^{-1}.$$

При підрахунку роботи зовнішнього навантаження врахуємо, що просторова епюра вертикальних переміщень може бути представлена сумою двох об'ємів – піраміди і призми з трикутною основою

$$D_e = 0,5 p \sigma b^2 \psi (\lambda - \psi / 6)^{-1}$$

З умови рівноваги у формі принципу можливих переміщень одержуємо вираз для верхньої оцінки граничного навантаження

$$p_2 = 8\varepsilon^2 \psi^{-2} (2\lambda - 0,5\psi)(\lambda - \psi / 6)^{-1}. \quad (2)$$

Ще однією формою вичерпання несної здатності конструкції в цілому може бути руйнування верхньої полиці за схемою, показаною на рис.4. Ця форма добре вивчена [2,3], їй відповідає верхня межа граничного навантаження

$$q = 12m_0 R^{-2}, \quad (3)$$

де m_0 граничний погонний згинальний момент. З урахуванням прийнятих тут позначень

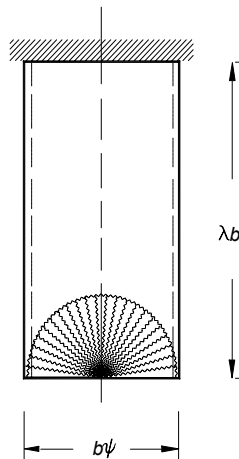


Рисунок 4

вираз (3) набуває вигляд рівності

$$p_3 = 24\varepsilon^2\psi^{-2}. \quad (4)$$

В загальному випадку остаточна оцінка величини граничного навантаження повинна бути знайдена як якнайменша з величин $p_1, \dots, p_3$. Замкнута форма отриманих тут оцінок (1) (2).(4) дозволяє спростити їх порівняння. Зокрема, можна встановити умову переходу форми руйнування (2) у форму (3). З рівності правих частин виразів (2) і (4) знаходимо умову такого переходу

$$8\varepsilon^2\psi^{-2}(2\lambda - 0,5\psi)(\lambda - \psi/6)^{-1} = 24\varepsilon^2\psi^{-2},$$

звідки після спрощень одержуємо простий вираз

$$\lambda = 1,$$

отже при $\lambda < 1$ реалізується форма руйнування (2).

Нижче розглянуто приклади – конструкції різної довжини $\lambda = 1 \dots 4$ з товщиною стінок і полиць $\varepsilon = 0,01 - 0,08$ і з конфігурацією поперечного перетину $\psi = 0,8 \dots 1,5$. Табл.1 дозволяє прослідкувати перехід від однієї форми руйнування до іншої залежно від сполучення названих трьох параметрів – вильоту консолі, товщини стінок і форми перетину.

Таблиця 1

λ	ε					
	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06
1	3 0,24	3 0,96	3 2,1	3 3,2	3 5,9	3 8,4
2	2 0,19	2 0,78	2 1,7	2 3,14	2 4,9	1 6,1
3	2 0,18	2 0,73	1 1,3	1 1,8	1 2,2	1 2,7
4	2 0,17	1 0,50	1 0,75	1 1,01	1 1,3	1 1,5

В кожній клітинці табл.1 цифрами 1-3 показано форми руйнування, що реалізуються. Там же дано збільшені в 100 разів відповідні їм величини граничних навантажень. Ці обчислення представлено для конфігурації перетину $\psi = 1$. Така ж конкуренція форм руйнування представлена на рис.5 для конструкції з параметрами $\psi = 0,8; \varepsilon = 0,03$ (1 – консольна форма руйнування, 2 – плитна). Оскільки остаточна оцінка визначається як найменша з розглянутих

$$p = \min(p_1, p_2, p_3),$$

їй відповідає подвійна лінія на рис. 5

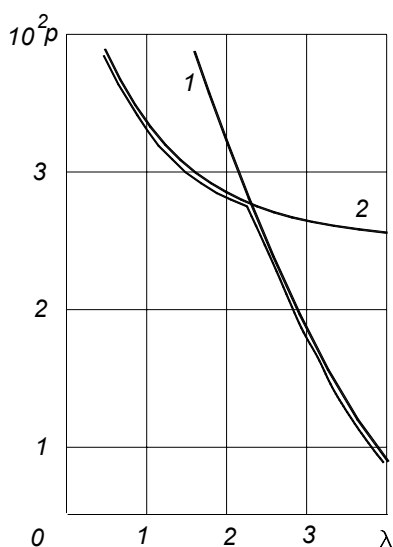


Рисунок 5

З розглянутих прикладів виберемо один $\psi = 0,8; \varepsilon = 0,02; \lambda = 4$, для нього знайдено консольну форму руйнування і отримано оцінку несної здатності $p = 0,0085$. Щоб оцінити цей і інші подібні результати, припустимо, що полиці і стінки коробчатої конструкції армовано сталлю з границею текучості 210 МПа. Приймаючи коефіцієнт армування 1 %, знайдемо умовну границю текучості $\sigma = 210 \cdot 0,01 = 2,1$ МПа при розтягуванні ідеального жорсткопластичного матеріалу, тоді величина граничного поперечного навантаження складе близько 1700 кг/кв.м.

Висновки 1 Запропоновано методику розрахунку несної здатності коробчатих конструкцій і отримано чисельні результати дозволяють для кожного сполучення параметрів (виліт консолі, товщина полиць і стінок, форма поперечного перетину) встановити, чи є конструкція балкою або призматичною оболонкою.

2. Представлена методика дає можливість оцінювати несну здатність консольних призматичних конструкцій за допомогою конкуренції можливих форм руйнування.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1.Еврокод 2 Проектирование железобетонных конструкций. Часть 2 Железобетонные мосты. Правила проектирования и расчета. ТКП EN 1992-2-2009 (02250)
2. Ржаницын А.Р. Расчет сооружений с учетом пластических свойств материалов//М.: 1959.- Госстройиздат.-289 с.
3. Ржаницын А.Р. Предельное равновесие пластинок и оболочек.- М.:Наука, ГРФМЛ, 1983.-288 с.
- 4 Дехтярь А. С., Рассказов А. О. Несущая способность тонкостенных конструкций. – К.: “Будівельник“, 1990. -287 с.
- 5.. Дехтярь А. С. Несущая способность коробчатых конструкций. // Строительная механика и расчет сооружений. – 1987. - №3. – С. 9-12.
6. Дехтярь А.С. К проектированию мостовой балки коробчатого сечения // Строительная механика и расчет сооружений.-2010.- №6 (233).-С.68-71

REFERENCES

- 1.Eurocode 2 Planning of reinforced concrete structures. The part 2 Reinforced Concrete bridges. Rules of planning and computation. ТКП EN 1992-2-2009 (02250)
2. Rzhnitsyn A.R. Computation of strucrures taking into account the plastic material properties //М.: 1959.-М: The main editor board for building literature.-289 p.(Rus)
3. Rhzanitsyn A.R. The limit equilibrium of plates and shells//The main editor board of physical and mathematical literature.- Moscow.-1983.- 288 p.(Rus)
- 4 Dekhtyar A. S., Rasskazov A. O. Load carrying capacity of the thin-walled structures. -The editor board for building literature.- Kiev.-1990.-287 p.(Rus).
- 5.. Dekhtyar A,S, Load carrying capacity of thin-walled box-girder structures. // Structural mechanics and computation of building. – 1987. - №3. – P. 9-12..(Rus).
6. Dekhtyar A.S. To planning of bridge beam of box section // Structural mechanics and computation of structures.--2010.- №6 (233).-P.68-71.(Rus).

РЕФЕРАТ

Дехтярь А.С. Несна здатність коробчатої тонкостінної конструкції / А.С. Дехтярь // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

Розглянуто тонкостінні просторові конструкції коробчатої форми, які широко застосовуються в промисловому і цивільному будівництві як покриття або міжповерхові перекриття. Матеріал конструкцій – ідеальний жорсткопластичний з неоднаковими границями текучості при стиску і розтягу. Для визначення верхньої границі несності таких конструкцій при статичному навантаженні застосовано кінематичний метод теорії граничної рівноваги. Шляхом порівняння різних можливих форм руйнування встановлено такі сполучення параметрів – довжину прольоту, товщини стінок і форми перерізу, які відокремлюють балкову поведінку конструкції від оболонкової.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ОБОЛОНКА, КОРОБЧАТА БАЛКА, НЕСНІСТЬ, КІНЕМАТИЧНИЙ МЕТОД

ABSTRACT

Dekhtyar A.S. Load carrying capacity of thin-walled box-girder structures. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

The thin-walled spatial structures of box-girder form are considered. Such structures are widely used in civil and industrial buildings. Material of structures is ideal rigid-plastic with different limits of plasticity at the compression and tension. The kinematical method of the limit equilibrium theory is applied for estimation of upper bound of the limit loading. Combinations of parameters of structures are definite to separate the beam behaviour of structure against shell one

KEYWORDS: SHELL BOX-GIRDER LOAD CARRYING CAPACITY KINEMATICAL METHOD

РЕФЕРАТ

Дехтярь А.С. Несущая способность коробчатой тонкостенной конструкции / А.С. Дехтярь // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

Рассмотрены тонкостенные пространственные конструкции коробчатой формы, которые широко применяются в промышленном и гражданском строительстве как покрытия или междуэтажные перекрытия. Материал конструкций – идеальный жесткопластический с неодинаковыми пределами текучести при сжатии и растяжении. Для определения верхней границы несущей способности таких конструкций при статическом нагружении применен кинематический метод теории предельного равновесия. Путем сравнения разных возможных форм разрушения установлены такие сочетания параметров – длины пролета, толщины стенок и формы поперечного сечения, которые отделяют балочное поведение конструкции от оболочечного.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ОБОЛОЧКА, КОРОБЧАТАЯ БАЛКА, НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ, КИНЕМАТИЧЕСКИЙ МЕТОД

АВТОР

Дехтярь Анатолий Соломонович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри комп'ютерної, інженерної графіки та дизайну, тел. 294-9713, Україна, 01010, Київ, вул. Суворова, 1

AUTHOR

Dekhtyar Anatol S., D. Sci, professor of computer graphics and design department, National transport university, phone 294-9713.-Ukraine, Kyiv, Suvorova str.,1

АВТОР

Дехтярь Анатолий Соломонович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры компьютерной, инженерной графики и дизайна, Национальный транспортный университет, тел. 294-9713, Украина, 01010, Киев, ул Суворова, 1

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Киселев Володимир Борисович, доктор технічних наук, професор, декан факультету управління міським господарством Академії муніципального управління, м. Київ, Україна

Рассказов Олександр Олегович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри теоретичної і прикладної механіки, Національний транспортний університет, м. Київ, Україна

REVIEWERS

Kiseliov V.B., Sci. Doctor, prof., Dean of the municipal economy faculty of the Academy of municipal management, Kyiv, Ukraine

Rasskazov A.O. Sci. Doctor, Prof., Chef of theoretical and applied mechanics department, National transport university, Kyiv, Ukraine

ЩОДО ІННОВАЦІЙНИХ РІШЕНЬ ПІДВИЩЕННЯ
МОБІЛЬНОСТІ ТА ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ НАСЕЛЕННЯ
ВЕЛИКИХ МІСТ У КОНТЕКСТІ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ ПРОГРАМИ CIVITAS 2020

Дмитрієв М.М., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Воркут Т.А., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Маруніч В.С., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Вакарчук І.М., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Харута В.С., Національний транспортний університет, Київ, Україна

INNOVATIVE SOLUTIONS FOR INCREASING
MOBILITY AND TRANSPORT SERVICES FOR THE POPULATION
OF MAJOR CITIES IN THE CONTEXT OF THE EUROPEAN PROGRAM CIVITAS 2020

Dmytriev M.M., Doctor of Technical Science, National transport university, Kyiv, Ukraine

Vorkut T.A., Doctor of Technical Science, National transport university, Kyiv, Ukraine

Marunich V.S., Ph.D., associate professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine

Vakarchuk I.M., Ph.D., associate professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine

Kharuta V.S., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ
МОБИЛЬНОСТИ И ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ
КРУПНЫХ ГОРОДОВ В КОНТЕКСТЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ ПРОГРАММЫ CIVITAS 2020

Дмитриев Н.Н., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Воркут Т.А., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Маруніч В.С., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Вакарчук И.Н., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Харута В.С., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. В сучасних умовах у великих містах важливою є проблема підвищення якості життя населення, а тому вибір населенням оптимального способу переміщення в теорії транспортних систем та сітілогістики – найскладніша задача. Вона пов'язана з необхідністю прогнозування ставлення різних груп населення до вибору способу перевезення та залежить від багатьох факторів: доступних видів транспорту, характеристик його комфортабельності, регулярності руху, швидкості сполучення, щільності транспортної мережі тощо. Також на вибір способу переміщення впливає соціальний склад населення, цілі переміщень, системи тарифів та інше. Як відомо, виявлення закономірностей формування пасажиропотоків базується на комплексному вивченні попиту населення на перевезення та потребує подальшого удосконалення його методів, моделей та алгоритмів. Стосовно підвищення мобільності населення, то нагальним є розвиток вулично-дорожньої мережі, транспорту загального користування, велосипедної інфраструктури міста тощо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В рамках Європейських програм Transport White Paper 2011, а також CIVITAS 2020 (Горизонт 2020), питання підвищення міської мобільності та транспортного обслуговування населення, займають провідне місце. Європейська комісія прийняла план з 40 конкретних ініціатив протягом наступного десятиліття щодо побудови

конкурентоспроможної транспортної системи, яка дозволить збільшити мобільність населення, усунути основні перешкоди на ключових напрямках, різко змінити залежність Європи від імпорту нафтопродуктів і до 2050 року на 60 % скоротити викиди вуглекислого газу на транспорті [1].

Дані питання є важливими для України і на сьогодні знаходяться на стадії розроблення проектів та програм. Зокрема, в постанові КМУ від 8.08.2012 р. № 771 “Про схвалення Концепції Державної цільової програми підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2016 р.”, в аналітичних записках “Транспортна політика України та її наближення до норм Європейського Союзу” та “Щодо пріоритетних заходів подолання кризового стану у транспортно-дорожньому комплексі України”, в інших законодавчих та нормативно-правових актах важливі теоретичні та практичні аспекти стосовно цієї проблеми потребують належного програмно-організаційного та фінансового супроводження [2-4].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Відсутність єдиного системного підходу та методології інноваційних рішень щодо підвищення мобільності та транспортного обслуговування населення великих міст в контексті реалізації концепції сітілогістики, як в Україні, так і в країнах ЄС.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою дослідження є демонстрація інноваційних рішень в контексті реалізації концепції сітілогістики і на цій основі підвищення мобільності та транспортного обслуговування населення екологічно чистими видами транспорту.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Урбанізація, як процес підвищення ролі міст в розвитку суспільства стосовно транспортного обслуговування населення, розвивалася за напрямком пріоритетності транспорту загального користування (частка обсягів перевезень пасажирів транспортом загального користування в країнах з плановою економікою досягала 80 % в порівнянні з перевезеннями індивідуальним транспортом). Одночасно в країнах з ринковою економікою перевагу набували перевезення більш мобільним та комфортним індивідуальним транспортом (в деяких країнах обсяг перевезень громадським транспортом зменшився до 15-20 %, що суттєво стало впливати на собівартість, прибутковість перевезень, і як наслідок, негативно відобразилось на витратах паливно-енергетичних ресурсів і екологічних характеристиках транспортних потоків). Як показують дослідження, в умовах переходу України на ринкові засади, потребує наукового обґрунтування визначення оптимального балансу між громадським та індивідуальним транспортом в сітілогістичному середовищі. Крім того, в Україні відсутні загальновизнані європейські стандарти регулювання міських пасажирських перевезень. Таким чином, демонстрація інноваційних рішень щодо підвищення мобільності та транспортного обслуговування населення великих міст в контексті реалізації концепції сітілогістики, повинна базуватися на упорядкуванні українського та європейського досвіду наукових, прикладних розробок та стандартів, стосовно оптимального застосування різних видів міського транспорту в сітілогістичному середовищі.

Важливою Європейською програмою в якій приймає участь Національний транспортний університет є CIVITAS 2020. Міжнародна співпраця з партнерами різних країн необхідна для ефективного досягнення багатьох специфічних цілей, визначених програмою CIVITAS 2020, зокрема, цілей, пов'язаних з зовнішньою політикою та міжнародними зобов'язаннями ЄС. Це стосується всіх суспільних викликів, визначених програмою CIVITAS 2020, які є глобальними за своєю природою. Міжнародна співпраця також необхідна для проведення фундаментальних досліджень та досліджень в нових галузях науки і техніки для того, щоб можна було скористатись їх досягненнями. Тому сприяння спільній науковій роботі дослідників та раціоналізаторів на міжнародному рівні має вирішальне значення для глобальної співпраці в галузі транспорту.

Національний транспортний університет, в рамках даної програми, окреслив перелік актуальних задач, які потребують наукового вирішення, а саме:

- визначення порядку і умов пріоритетності застосування транспорту загального користування на основі оцінки рівня транспортного обслуговування населення сітілогістичного середовища великих міст;
- розробка інтегрованих методів вивчення попиту населення на пасажирські перевезення;
- визначення принципів прогнозування та розробка математичних методів, моделей, алгоритмів оптимізації міських транспортних систем на основі сучасної концепції управління мобільністю сітілогістичного середовища;
- формування концептуального підходу щодо вибору видів і систем міського пасажирського транспорту з урахуванням технічних характеристик транспортних засобів для забезпечення екологічної стійкості великих міст;

- розробка програмних засад надання транспортних послуг населенню з обмеженою здатністю пересування в сітілогістичному середовищі міста.

Можливість вирішення даних задач існує, оскільки спеціалісти кафедри “Транспортне право та логістика” мають практичний і науковий досвід щодо удосконалення та впровадження пасажирських перевезень у містах Київ, Львів, Сімферополь, Чернігів, Кременчук, Маріуполь, Запоріжжя, Дніпропетровськ, Конотоп тощо. В рамках виконання робіт використовувались вимоги імplementованого Україною ДСТУ UN/ECE R 36-03-2002 “Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження пасажирських дорожніх транспортних засобів великої місткості стосовно загальної конструкції” (Правила ЄЕК ООН №36-03: 1999, IDT), а також у формуванні загальнодержавної та регіональних програм розвитку і вдосконалення транспорту загального користування затверджених Мінінфраструктури України та органами місцевого самоврядування [5,6].

Наприклад щодо задачі розробка інтегрованих методів вивчення попиту населення на перевезення використовувались напрацювання Національного транспортного університету, які покладені в основу постанови Кабінету Міністрів України від 18.02.1997р. № 176 “Про затвердження Правил надання послуг пасажирського автомобільного транспорту” та наказу Міністерства інфраструктури України від 15.07.2013 № 480 зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 31 липня 2013 р. за № 1282/238143 “Порядку організації перевезень пасажирів та багажу автомобільним транспортом” [7,8]. Згідно розробленої нормативно-правової бази здійснюється комплексне вивчення попиту населення на пасажирські перевезення та удосконалення маршрутних систем у містах України. Крім того результати досліджень, на базі положень ДБН 360-92** “Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень” реалізовані в транспортній частині генеральних планів щодо розробки комплексних транспортних схем міст [9].

На рисунку 1 представлено план-схему та опис роботи над програмою CIVITAS 2020.

I. Теоретичні та практичні аспекти пріоритетності застосування транспорту загального користування на основі оцінки рівня транспортного обслуговування сітілогістичного середовища великих міст.
Опис роботи: - визначення загальної характеристики та порівняльної оцінки функціонування традиційних та нових видів пасажирського транспорту; - розробка та опис критеріїв порівняльної оцінки якості транспортного обслуговування населення міст; - розробка моделі застосування різних видів транспорту та типів транспортних засобів у єдиній транспортній системі міст; - розробка методики вибору раціональної системи масового пасажирського транспорту; - розробка методологія координації роботи різних видів транспорту в єдиній транспортній системі міст.
II. Розробка інтегрованих методів вивчення попиту населення на пасажирські перевезення.
Опис роботи: - узагальнення закономірностей розселення населення міста щодо витрат часу на пересування; - принципи, математичні моделі розрахунку пересувань населення у великих містах сітілогістичного середовища; - актуалізація інтеграційних методів обстеження пасажиропотоків на міських маршрутах; - прогнозування пасажирських перевезень методом розрахунку взаємних кореспонденцій між транспортними районами міста; - транспортно-соціологічні дослідження мобільності населення в сітілогістичному середовищі великого міста.

Продовження на наступній сторінці

Продовження

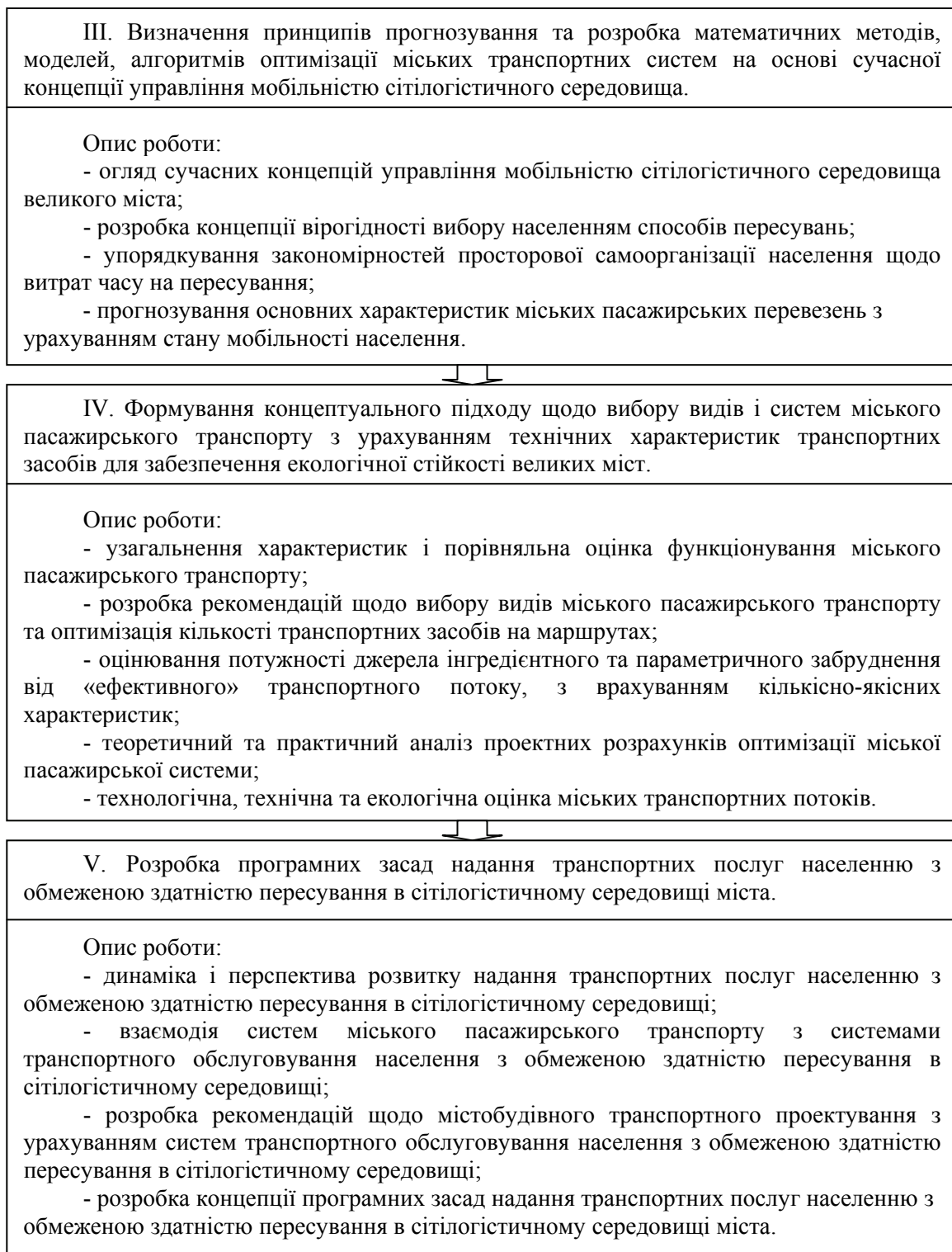


Рисунок 1 – План-схема та опис роботи програми

Результати виконання проекту знайдуть відображення в упорядкованості викладу навчальних дисциплін “Пасажирські перевезення”, “Проектування систем міського пасажирського транспорту”, “Екологічні характеристики транспортних систем міст”, і як наслідок, зацікавленого залучення студентів та аспірантів до більш глибокого опрацювання наукових проблем транспортно-соціальних досліджень формування попиту на перевезення та мобільності населення в сітілогістичному середовищі.

Передбачається проведення наукових конференцій, тренінгів та створення веб-сайту з демонстрацією та тестуванням інноваційних рішень щодо підвищення мобільності та транспортного обслуговування населення у великих містах в контексті реалізації концепції сітілогістики. Крім того, результати досліджень проекту, будуть відображені у формуванні загальнодержавної та регіональних програм розвитку та вдосконалення транспорту в Україні.

Так, як згідно заведеної бази України інноваційні проекти на транспорті загального користування, які спрямовані на реалізацію положень відповідних загальнодержавної та регіональних програм повинні розглядатися на конкурсних засадах, то запропоновані наукові висновки проекту повинні розглядатися та затверджуватися на рівні Міністерства інфраструктури України.

Перш за все, в проекті будуть згенеровані, в рамках стандартів державного комітету статистики, вихідні статистичні дані щодо обсягів перевезень пасажирів, транспортної роботи, кількості транспортних засобів за різними видами транспорту у великих містах України, що передбачає достатньо високу доступність для перевірки і повторного використання результатів проекту. А решта вихідних даних проекту: характеристика транспортної мережі та транспортних потоків, рівень мобільності населення, розподіл поїздок пасажирів за напрямком, середня дальність поїздки, екологічні характеристики функціонування транспорту загального користування тощо, будуть зберігатися і супроводжуватися учасниками проекту.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку.

Досягнення поставлених цілей дозволить на 15-20 % зменшити витрати часу населення на пересування, і таким чином, суттєво підвищити мобільність населення в сітілогістичному середовищі; на 10-15 % підвищити швидкість сполучення транспорту загального користування; на 25 % зменшити витрати палива при здійсненні пасажирських перевезень та на 15 % зменшити викиди шкідливих речовин в сітілогістичному середовищі великих міст.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. European strategies “Transport White Paper 2011” [Електронний ресурс].
2. Постанова КМУ “Про схвалення Концепції Державної цільової програми підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2016 року” від 08.08.2012 р. № 771.
3. Сирийчик Т. Транспортна політика України та її наближення до норм Європейського Союзу / Т. Сирийчик, А. Фургальські та інші; за ред. М. Свенчіцькі // – К.: Аналітично-дорадчий центр Блакитної стрічки, 2010. – 102 с.
4. “Щодо пріоритетних заходів подолання кризового стану у транспортно-дорожньому комплексі України” аналітична записка [Електронний ресурс].
5. ДСТУ UN/ECE R 36-03-2002 “Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження пасажирських дорожніх транспортних засобів великої місткості стосовно загальної конструкції” (Правила СЕК ООН №36-03: 1999, IDT).
6. Закон України “Про автомобільний транспорт” від 05.04.2001 р. № 2344–III.
7. Постанова КМУ “Про затвердження Правил надання послуг пасажирського автомобільного транспорту” від 18.02.1997 р. № 176.
8. Наказ Міністерства інфраструктури України “Порядок організації перевезень пасажирів та багажу автомобільним транспортом” від 15.07.2013 р. № 480.
9. Наказ Держкоммістобудування від 17 квітня 1992 р. № 44. ДБН 360-92** “Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень” із змінами, внесеними наказом Міністерства регіонального розвитку та будівництва України від 4 грудня 2009 року № 555.

REFERENCES

1. European strategies “Transport White Paper 2011”.
2. Postanova KМУ “Pro skhvalennia Kontseptsii Derzhavnoi tsilovoi prohramy pidvyshchennia rivnia bezpeky dorozhnogo ruhu v Ukraini na period do 2016 roku” (A decree of KМУ “On approval of

the Concept of the State program of improving road safety in Ukraine until 2016”) vid 08.08.2012. №771. (Ukr)

3. Syryichyk T. Transportna polityka Ukraini ta ii nablyzhenni do norm Yevropeiskoho Soiuzu (Transport policy of Ukraine and its approximation to EU standards) / T. Syryichyk, A. Furgalski ta inshi; za red. M. Svenchitski // – K.: Analitychno-doradchy centr Blakytnoi strichky, 2010. – 102 s. (Ukr)

4. “Shchodo prioritetnykh zakhodiv podolannia kryzovoho stanu u transportno-dorozhnomu kompleksi Ukraini” analitychna zapyska (“As for priority actions to overcome crisis in the transport sector of Ukraine” Policy Briefing). (Ukr)

5. DSTU UN/ECE R 36-03-2002 “Yedyni tekhnichni prypysy shchodo ofitsiinoho zatverdzhennia pasazhyrskykh dorozhnykh transportnykh zasobiv velykoi mistkosti stosovno zahalnoi konstrukttsii” (The only technical prescriptions concerning the approval of passenger road vehicles large capacity in relation to general construction). (Ukr)

6. Zakon Ukraini “Pro avtomobilnyi transport” (Law of Ukraine “On Automobile Transport”) vid 05.04.2001 r. № 2344–III. (Ukr)

7. Postanova KМУ “Pro zatverdzhennia Pravyl nadannia posluh pasazhyrskoho avtomobilnoho transportu” (On approval of rules providing transport services) vid 18.02.1997 r. № 176. (Ukr)

8. Nakaz MIU “Poriadok orhanizatsii perevezen pasazhriv ta bahazhu avtomobilnym transportom” (Procedure of transport of passengers and luggage by road) vid 15.07.2013 r. № 480. (Ukr)

9. Nakaz Derzhommistobuduvannia vid 1992 r. № 44. DBN 360-92** “Mistobuduvannia. Planuvannia i zabudova miskyykh i silskykh poselen” (Mistobuduvannia. Planning and development of urban and rural settlements) iz zminamy, vnesenymy nakazom Ministerstva rehionalnoho rozvytky ta budivnytstva Ukraine vid 4 hrudnia 2009 r. № 555. (Ukr)

РЕФЕРАТ

Дмитрієв М.М. Щодо інноваційних рішень підвищення мобільності та транспортного обслуговування населення великих міст у контексті Європейської програми CIVITAS 2020 / М.М. Дмитрієв, Т.А. Воркут, В.С. Маруніч, І.М. Вакарчук, В.С. Харута // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

В статті запропоновано інноваційні рішення щодо підвищення мобільності та транспортного обслуговування населення великих міст в рамках Європейської програми CIVITAS 2020.

Об’єкт дослідження – процес оцінки мобільності та транспортного обслуговування населення великих міст.

Мета роботи – демонстрація інноваційних рішень в контексті реалізації концепції сітілогістики і на цій основі підвищення мобільності та транспортного обслуговування населення екологічно чистими видами транспорту.

Методи дослідження – наукової ідентифікації та системний підхід процесу оцінки мобільності та транспортного обслуговування населення великих міст.

Продемонстрована інноваційні рішення в рамках програми CIVITAS 2020 щодо підвищення мобільності та транспортного обслуговування населення великих міст в контексті реалізації концепції сітілогістики, засновані на складанні українського та європейського досвіду наукових, прикладних розробок і стандартів, щодо оптимального застосування різних видів транспорту в сітілогістичному середовищі.

Результати статті можуть бути використані при формуванні загальнодержавної та регіональних програм розвитку та вдосконалення транспорту в Україні.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КОНЦЕПЦІЯ СІТІЛОГІСТИКИ, МОБІЛЬНІСТЬ НАСЕЛЕННЯ, ТРАНСПОРТНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ НАСЕЛЕННЯ.

ABSTRACT

Dmytriev M.M., Vorkut T.A., Marunich V.S., Vakarchuk I.M., Kharuta V.S. Innovative solutions for increasing mobility and transport services for the population of major cities in the context of the European program CIVITAS 2020. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

In the article proposes innovative solutions to improve mobility and transport services for the population of major cities within the European program CIVITAS 2020.

Object of study – the process of evaluating mobility and transport services for the population of major cities.

Purpose of study is demonstration of innovative solutions in the context of the concept city logistics and on this basis increased mobility and transport services for the population with the environmentally friendly modes of transport.

Research methods is scientific identification and systematic approach of the evaluation process of mobility and transport services for the population of major cities.

Demonstrated in the program CIVITAS in 2020 innovative solutions of improving the mobility and transport services for the population of major cities in the context of the concept city logistics based on Ukrainian and European research and applied experience, standards regarding the optimal use of different transport modes in city logistics environment.

The results of the article can be used for the formation of national and regional development programs and for transport improvement in Ukraine.

KEY WORDS: CONCEPT OF CITY LOGISTICS, MOBILITY, TRANSPORT SERVICES FOR THE POPULATION.

РЕФЕРАТ

Дмитриев Н.Н. Инновационные решения повышения мобильности и транспортного обслуживания населения больших городов в контексте Европейской программы CIVITAS 2020 / Н.Н. Дмитриев, Т.А. Воркут, В.С. Марунич, И.Н. Вакарчук, В.С. Харута // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье предложены инновационные решения по повышению мобильности и транспортного обслуживания населения больших городов в рамках Европейской программы CIVITAS 2020.

Объект исследования – процесс оценки мобильности и транспортного обслуживания населения больших городов.

Цель работы – демонстрация инновационных решений в контексте реализации концепции ситилогистики и на этой основе повышение мобильности и транспортного обслуживания населения экологически чистыми видами транспорта.

Методы исследования – научной идентификации и системный подход процесса оценки мобильности и транспортного обслуживания населения больших городов.

Продемонстрировано инновационные решения в рамках программы CIVITAS 2020 по повышению мобильности и транспортного обслуживания населения больших городов в контексте реализации концепции ситилогистики, основанные на украинском и европейском опыте научно-прикладных разработок и стандартов, относительно оптимального применения различных видов транспорта в ситилогистической среде.

Результаты статьи могут быть использованы при формировании общегосударственной и региональных программ развития и совершенствования транспорта в Украине.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: КОНЦЕПЦИЯ СИТИЛОГИСТИКИ, МОБИЛЬНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ, ТРАНСПОРТНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ НАСЕЛЕНИЯ.

АВТОРИ:

Дмитрієв М.М., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, тел. 044 280 54 09, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1

Воркут Т.А., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, тел. 044 254 43 26, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1

Марунич В.С., кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, тел. 044 254 43 26, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1

Вакарчук І.М., кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, тел. 044 254 43 26, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1

Харута В.С., асистент, Національний транспортний університет, e-mail: vitalik_haruta@mail.ru , тел. +38096 471 95 17, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1

AUTHORS:

Dmytriev M.M., Doctor of Technical Science, National transport university, tel. 044 280 54 09, Ukraine, 01010, Suvorov, 1, Kyiv

Vorkut T.A., Doctor of Technical Science, National transport university, tel. 044 254 43 26, Ukraine, 01010, Suvorov, 1, Kyiv

Marunich V. S., Ph.D., National Transport University, tel. 044 254 43 26, Ukraine, 01010, Suvorov, 1, Kyiv

Vakarchuk I. M., Ph.D., National Transport University, tel. 044 254 43 26, Ukraine, 01010, Suvorov, 1, Kyiv

Kharuta V.S., assistance lecturer, National Transport University, e-mail: vitalik_haruta@mail.ru , tel. +38096 471 95 17 , Ukraine, 01010, Suvorov, 1, Kyiv

АВТОРЫ:

Дмитриев Н.Н., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, тел. 044 280 54 09, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1

Воркут Т.А., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, тел. 044 254 43 26, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1

Марунич В.С., кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, тел. 044 254 43 26, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1

Вакарчук И.Н., кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1

Харута В.С., ассистент, Национальный транспортный университет, e-mail: vitalik_haruta@mail.ru , тел. +38096 471 95 17, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Денисенко М.П., доктор економічних наук, професор, Київський національний університет технологій та дизайну, професор кафедри економіки підприємства, Київ, Україна.

Левківський О.П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, Київ, Україна.

REVIEWER:

Denisenko M.P., doctor of Economic Science, professor, Kiev national university of technologies and design, professor of department of economy of enterprise, Kyiv, Ukraine.

Levkivskiy O.P., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Professor of Department of Manufacturing, Repair and Materials Engineering, Kyiv, Ukraine.

ЩОДО ІННОВАЦІЙНИХ РІШЕНЬ ПІДВИЩЕННЯ
МОБІЛЬНОСТІ ТА ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ НАСЕЛЕННЯ
ВЕЛИКИХ МІСТ У КОНТЕКСТІ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ ПРОГРАМИ CIVITAS 2020

Дмитрієв М.М., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Воркут Т.А., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Маруніч В.С., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Вакарчук І.М., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Харута В.С., Національний транспортний університет, Київ, Україна

INNOVATIVE SOLUTIONS FOR INCREASING
MOBILITY AND TRANSPORT SERVICES FOR THE POPULATION
OF MAJOR CITIES IN THE CONTEXT OF THE EUROPEAN PROGRAM CIVITAS 2020

Dmytriev M.M., Doctor of Technical Science, National transport university, Kyiv, Ukraine

Vorkut T.A., Doctor of Technical Science, National transport university, Kyiv, Ukraine

Marunich V.S., Ph.D., associate professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine

Vakarchuk I.M., Ph.D., associate professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine

Kharuta V.S., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ
МОБИЛЬНОСТИ И ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ
КРУПНЫХ ГОРОДОВ В КОНТЕКСТЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ ПРОГРАММЫ CIVITAS 2020

Дмитриев Н.Н., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Воркут Т.А., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Маруніч В.С., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Вакарчук И.Н., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Харута В.С., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. В сучасних умовах у великих містах важливою є проблема підвищення якості життя населення, а тому вибір населенням оптимального способу переміщення в теорії транспортних систем та сітілогістики – найскладніша задача. Вона пов'язана з необхідністю прогнозування ставлення різних груп населення до вибору способу перевезення та залежить від багатьох факторів: доступних видів транспорту, характеристик його комфортабельності, регулярності руху, швидкості сполучення, щільності транспортної мережі тощо. Також на вибір способу переміщення впливає соціальний склад населення, цілі переміщень, системи тарифів та інше. Як відомо, виявлення закономірностей формування пасажиропотоків базується на комплексному вивченні попиту населення на перевезення та потребує подальшого удосконалення його методів, моделей та алгоритмів. Стосовно підвищення мобільності населення, то нагальним є розвиток вулично-дорожньої мережі, транспорту загального користування, велосипедної інфраструктури міста тощо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В рамках Європейських програм Transport White Paper 2011, а також CIVITAS 2020 (Горизонт 2020), питання підвищення міської мобільності та транспортного обслуговування населення, займають провідне місце. Європейська комісія прийняла план з 40 конкретних ініціатив протягом наступного десятиліття щодо побудови

конкурентоспроможної транспортної системи, яка дозволить збільшити мобільність населення, усунути основні перешкоди на ключових напрямках, різко змінити залежність Європи від імпорту нафтопродуктів і до 2050 року на 60 % скоротити викиди вуглекислого газу на транспорті [1].

Дані питання є важливими для України і на сьогодні знаходяться на стадії розроблення проектів та програм. Зокрема, в постанові КМУ від 8.08.2012 р. № 771 “Про схвалення Концепції Державної цільової програми підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2016 р.”, в аналітичних записках “Транспортна політика України та її наближення до норм Європейського Союзу” та “Щодо пріоритетних заходів подолання кризового стану у транспортно-дорожньому комплексі України”, в інших законодавчих та нормативно-правових актах важливі теоретичні та практичні аспекти стосовно цієї проблеми потребують належного програмно-організаційного та фінансового супроводження [2-4].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Відсутність єдиного системного підходу та методології інноваційних рішень щодо підвищення мобільності та транспортного обслуговування населення великих міст в контексті реалізації концепції сітілогістики, як в Україні, так і в країнах ЄС.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою дослідження є демонстрація інноваційних рішень в контексті реалізації концепції сітілогістики і на цій основі підвищення мобільності та транспортного обслуговування населення екологічно чистими видами транспорту.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Урбанізація, як процес підвищення ролі міст в розвитку суспільства стосовно транспортного обслуговування населення, розвивалася за напрямком пріоритетності транспорту загального користування (частка обсягів перевезень пасажирів транспортом загального користування в країнах з плановою економікою досягала 80 % в порівнянні з перевезеннями індивідуальним транспортом). Одночасно в країнах з ринковою економікою перевагу набували перевезення більш мобільним та комфортним індивідуальним транспортом (в деяких країнах обсяг перевезень громадським транспортом зменшився до 15-20 %, що суттєво стало впливати на собівартість, прибутковість перевезень, і як наслідок, негативно відобразилось на витратах паливно-енергетичних ресурсів і екологічних характеристиках транспортних потоків). Як показують дослідження, в умовах переходу України на ринкові засади, потребує наукового обґрунтування визначення оптимального балансу між громадським та індивідуальним транспортом в сітілогістичному середовищі. Крім того, в Україні відсутні загальновизнані європейські стандарти регулювання міських пасажирських перевезень. Таким чином, демонстрація інноваційних рішень щодо підвищення мобільності та транспортного обслуговування населення великих міст в контексті реалізації концепції сітілогістики, повинна базуватися на упорядкуванні українського та європейського досвіду наукових, прикладних розробок та стандартів, стосовно оптимального застосування різних видів міського транспорту в сітілогістичному середовищі.

Важливою Європейською програмою в якій приймає участь Національний транспортний університет є CIVITAS 2020. Міжнародна співпраця з партнерами різних країн необхідна для ефективного досягнення багатьох специфічних цілей, визначених програмою CIVITAS 2020, зокрема, цілей, пов'язаних з зовнішньою політикою та міжнародними зобов'язаннями ЄС. Це стосується всіх суспільних викликів, визначених програмою CIVITAS 2020, які є глобальними за своєю природою. Міжнародна співпраця також необхідна для проведення фундаментальних досліджень та досліджень в нових галузях науки і техніки для того, щоб можна було скористатись їх досягненнями. Тому сприяння спільній науковій роботі дослідників та раціоналізаторів на міжнародному рівні має вирішальне значення для глобальної співпраці в галузі транспорту.

Національний транспортний університет, в рамках даної програми, окреслив перелік актуальних задач, які потребують наукового вирішення, а саме:

- визначення порядку і умов пріоритетності застосування транспорту загального користування на основі оцінки рівня транспортного обслуговування населення сітілогістичного середовища великих міст;
- розробка інтегрованих методів вивчення попиту населення на пасажирські перевезення;
- визначення принципів прогнозування та розробка математичних методів, моделей, алгоритмів оптимізації міських транспортних систем на основі сучасної концепції управління мобільністю сітілогістичного середовища;
- формування концептуального підходу щодо вибору видів і систем міського пасажирського транспорту з урахуванням технічних характеристик транспортних засобів для забезпечення екологічної стійкості великих міст;

- розробка програмних засад надання транспортних послуг населенню з обмеженою здатністю пересування в сітілогістичному середовищі міста.

Можливість вирішення даних задач існує, оскільки спеціалісти кафедри “Транспортне право та логістика” мають практичний і науковий досвід щодо удосконалення та впровадження пасажирських перевезень у містах Київ, Львів, Сімферополь, Чернігів, Кременчук, Маріуполь, Запоріжжя, Дніпропетровськ, Конотоп тощо. В рамках виконання робіт використовувались вимоги імplementованого Україною ДСТУ UN/ECE R 36-03-2002 “Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження пасажирських дорожніх транспортних засобів великої місткості стосовно загальної конструкції” (Правила ЄЕК ООН №36-03: 1999, IDT), а також у формуванні загальнодержавної та регіональних програм розвитку і вдосконалення транспорту загального користування затверджених Мінінфраструктури України та органами місцевого самоврядування [5,6].

Наприклад щодо задачі розробка інтегрованих методів вивчення попиту населення на перевезення використовувались напрацювання Національного транспортного університету, які покладені в основу постанови Кабінету Міністрів України від 18.02.1997р. № 176 “Про затвердження Правил надання послуг пасажирського автомобільного транспорту” та наказу Міністерства інфраструктури України від 15.07.2013 № 480 зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 31 липня 2013 р. за № 1282/238143 “Порядку організації перевезень пасажирів та багажу автомобільним транспортом” [7,8]. Згідно розробленої нормативно-правової бази здійснюється комплексне вивчення попиту населення на пасажирські перевезення та удосконалення маршрутних систем у містах України. Крім того результати досліджень, на базі положень ДБН 360-92** “Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень” реалізовані в транспортній частині генеральних планів щодо розробки комплексних транспортних схем міст [9].

На рисунку 1 представлено план-схему та опис роботи над програмою CIVITAS 2020.

I. Теоретичні та практичні аспекти пріоритетності застосування транспорту загального користування на основі оцінки рівня транспортного обслуговування сітілогістичного середовища великих міст.
Опис роботи: - визначення загальної характеристики та порівняльної оцінки функціонування традиційних та нових видів пасажирського транспорту; - розробка та опис критеріїв порівняльної оцінки якості транспортного обслуговування населення міст; - розробка моделі застосування різних видів транспорту та типів транспортних засобів у єдиній транспортній системі міст; - розробка методики вибору раціональної системи масового пасажирського транспорту; - розробка методологія координації роботи різних видів транспорту в єдиній транспортній системі міст.
II. Розробка інтегрованих методів вивчення попиту населення на пасажирські перевезення.
Опис роботи: - узагальнення закономірностей розселення населення міста щодо витрат часу на пересування; - принципи, математичні моделі розрахунку пересувань населення у великих містах сітілогістичного середовища; - актуалізація інтеграційних методів обстеження пасажиропотоків на міських маршрутах; - прогнозування пасажирських перевезень методом розрахунку взаємних кореспонденцій між транспортними районами міста; - транспортно-соціологічні дослідження мобільності населення в сітілогістичному середовищі великого міста.

Продовження на наступній сторінці

Продовження

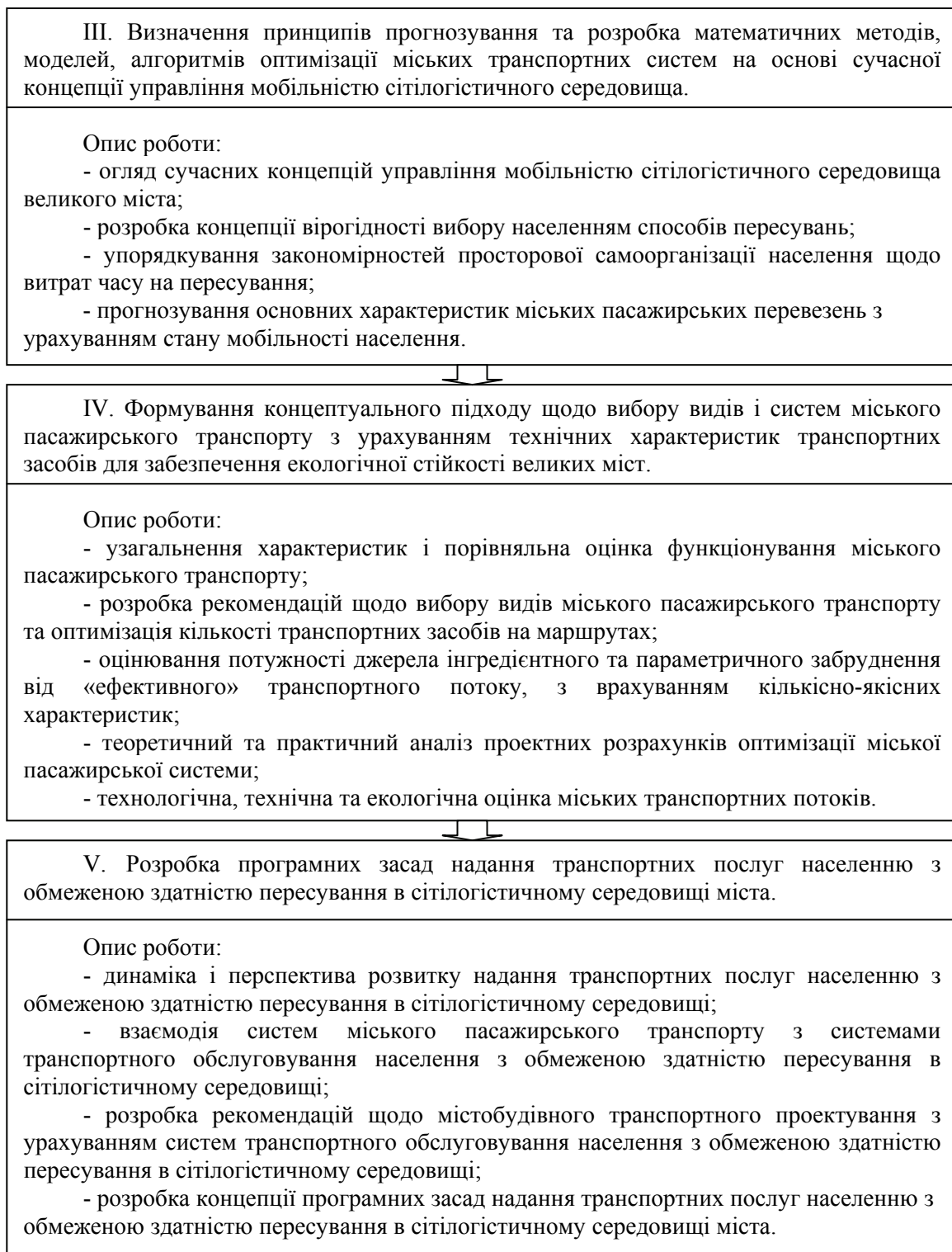


Рисунок 1 – План-схема та опис роботи програми

Результати виконання проекту знайдуть відображення в упорядкованості викладу навчальних дисциплін “Пасажирські перевезення”, “Проектування систем міського пасажирського транспорту”, “Екологічні характеристики транспортних систем міст”, і як наслідок, зацікавленого залучення студентів та аспірантів до більш глибокого опрацювання наукових проблем транспортно-соціальних досліджень формування попиту на перевезення та мобільності населення в сітілогістичному середовищі.

Передбачається проведення наукових конференцій, тренінгів та створення веб-сайту з демонстрацією та тестуванням інноваційних рішень щодо підвищення мобільності та транспортного обслуговування населення у великих містах в контексті реалізації концепції сітілогістики. Крім того, результати досліджень проекту, будуть відображені у формуванні загальнодержавної та регіональних програм розвитку та вдосконалення транспорту в Україні.

Так, як згідно заведеної бази України інноваційні проекти на транспорті загального користування, які спрямовані на реалізацію положень відповідних загальнодержавної та регіональних програм повинні розглядатися на конкурсних засадах, то запропоновані наукові висновки проекту повинні розглядатися та затверджуватися на рівні Міністерства інфраструктури України.

Перш за все, в проекті будуть згенеровані, в рамках стандартів державного комітету статистики, вихідні статистичні дані щодо обсягів перевезень пасажирів, транспортної роботи, кількості транспортних засобів за різними видами транспорту у великих містах України, що передбачає достатньо високу доступність для перевірки і повторного використання результатів проекту. А решта вихідних даних проекту: характеристика транспортної мережі та транспортних потоків, рівень мобільності населення, розподіл поїздок пасажирів за напрямком, середня дальність поїздки, екологічні характеристики функціонування транспорту загального користування тощо, будуть зберігатися і супроводжуватися учасниками проекту.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку.

Досягнення поставлених цілей дозволить на 15-20 % зменшити витрати часу населення на пересування, і таким чином, суттєво підвищити мобільність населення в сітілогістичному середовищі; на 10-15 % підвищити швидкість сполучення транспорту загального користування; на 25 % зменшити витрати палива при здійсненні пасажирських перевезень та на 15 % зменшити викиди шкідливих речовин в сітілогістичному середовищі великих міст.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. European strategies “Transport White Paper 2011” [Електронний ресурс].
2. Постанова КМУ “Про схвалення Концепції Державної цільової програми підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2016 року” від 08.08.2012 р. № 771.
3. Сирийчик Т. Транспортна політика України та її наближення до норм Європейського Союзу / Т. Сирийчик, А. Фургальські та інші; за ред. М. Свенчіцькі // – К.: Аналітично-дорадчий центр Блакитної стрічки, 2010. – 102 с.
4. “Щодо пріоритетних заходів подолання кризового стану у транспортно-дорожньому комплексі України” аналітична записка [Електронний ресурс].
5. ДСТУ UN/ECE R 36-03-2002 “Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження пасажирських дорожніх транспортних засобів великої місткості стосовно загальної конструкції” (Правила СЕК ООН №36-03: 1999, IDT).
6. Закон України “Про автомобільний транспорт” від 05.04.2001 р. № 2344–III.
7. Постанова КМУ “Про затвердження Правил надання послуг пасажирського автомобільного транспорту” від 18.02.1997 р. № 176.
8. Наказ Міністерства інфраструктури України “Порядок організації перевезень пасажирів та багажу автомобільним транспортом” від 15.07.2013 р. № 480.
9. Наказ Держкоммістобудування від 17 квітня 1992 р. № 44. ДБН 360-92** “Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень” із змінами, внесеними наказом Міністерства регіонального розвитку та будівництва України від 4 грудня 2009 року № 555.

REFERENCES

1. European strategies “Transport White Paper 2011”.
2. Postanova KМУ “Pro skhvalennia Kontseptsii Derzhavnoi tsilovoi prohramy pidvyshchennia rivnia bezpeky dorozhnogo ruhu v Ukraini na period do 2016 roku” (A decree of KМУ “On approval of

the Concept of the State program of improving road safety in Ukraine until 2016”) vid 08.08.2012. №771. (Ukr)

3. Syryichyk T. Transportna polityka Ukraini ta ii nablyzhenni do norm Yevropeiskoho Soiuzu (Transport policy of Ukraine and its approximation to EU standards) / T. Syryichyk, A. Furgalski ta inshi; za red. M. Svenchitski // – K.: Analitychno-doradchy centr Blakytnoi strichky, 2010. – 102 s. (Ukr)

4. “Shchodo prioritetnykh zakhodiv podolannia kryzovoho stanu u transportno-dorozhnomu kompleksi Ukraini” analitychna zapyska (“As for priority actions to overcome crisis in the transport sector of Ukraine” Policy Briefing). (Ukr)

5. DSTU UN/ECE R 36-03-2002 “Yedyni tekhnichni prypysy shchodo ofitsiinoho zatverdzhennia pasazhyrskykh dorozhnykh transportnykh zasobiv velykoi mistkosti stosovno zahalnoi konstrukttsii” (The only technical prescriptions concerning the approval of passenger road vehicles large capacity in relation to general construction). (Ukr)

6. Zakon Ukraini “Pro avtomobilnyi transport” (Law of Ukraine “On Automobile Transport”) vid 05.04.2001 r. № 2344–III. (Ukr)

7. Postanova KМУ “Pro zatverdzhennia Pravyl nadannia posluh pasazhyrskoho avtomobilnoho transportu” (On approval of rules providing transport services) vid 18.02.1997 r. № 176. (Ukr)

8. Nakaz MIU “Poriadok orhanizatsii perevezen pasazhriv ta bahazhu avtomobilnym transportom” (Procedure of transport of passengers and luggage by road) vid 15.07.2013 r. № 480. (Ukr)

9. Nakaz Derzhommistobuduvannia vid 1992 r. № 44. DBN 360-92** “Mistobuduvannia. Planuvannia i zabudova miskykh i silskykh poselen” (Mistobuduvannia. Planning and development of urban and rural settlements) iz zminamy, vnesenymy nakazom Ministerstva rehionalnoho rozvytky ta budivnytstva Ukraine vid 4 hrudnia 2009 r. № 555. (Ukr)

РЕФЕРАТ

Дмитрієв М.М. Щодо інноваційних рішень підвищення мобільності та транспортного обслуговування населення великих міст у контексті Європейської програми CIVITAS 2020 / М.М. Дмитрієв, Т.А. Воркут, В.С. Маруніч, І.М. Вакарчук, В.С. Харута // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

В статті запропоновано інноваційні рішення щодо підвищення мобільності та транспортного обслуговування населення великих міст в рамках Європейської програми CIVITAS 2020.

Об’єкт дослідження – процес оцінки мобільності та транспортного обслуговування населення великих міст.

Мета роботи – демонстрація інноваційних рішень в контексті реалізації концепції сітілогістики і на цій основі підвищення мобільності та транспортного обслуговування населення екологічно чистими видами транспорту.

Методи дослідження – наукової ідентифікації та системний підхід процесу оцінки мобільності та транспортного обслуговування населення великих міст.

Продемонстрована інноваційні рішення в рамках програми CIVITAS 2020 щодо підвищення мобільності та транспортного обслуговування населення великих міст в контексті реалізації концепції сітілогістики, засновані на складанні українського та європейського досвіду наукових, прикладних розробок і стандартів, щодо оптимального застосування різних видів транспорту в сітілогістичному середовищі.

Результати статті можуть бути використані при формуванні загальнодержавної та регіональних програм розвитку та вдосконалення транспорту в Україні.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КОНЦЕПЦІЯ СІТІЛОГІСТИКИ, МОБІЛЬНІСТЬ НАСЕЛЕННЯ, ТРАНСПОРТНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ НАСЕЛЕННЯ.

ABSTRACT

Dmytriev M.M., Vorkut T.A., Marunich V.S., Vakarchuk I.M., Kharuta V.S. Innovative solutions for increasing mobility and transport services for the population of major cities in the context of the European program CIVITAS 2020. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

In the article proposes innovative solutions to improve mobility and transport services for the population of major cities within the European program CIVITAS 2020.

Object of study – the process of evaluating mobility and transport services for the population of major cities.

Purpose of study is demonstration of innovative solutions in the context of the concept city logistics and on this basis increased mobility and transport services for the population with the environmentally friendly modes of transport.

Research methods is scientific identification and systematic approach of the evaluation process of mobility and transport services for the population of major cities.

Demonstrated in the program CIVITAS in 2020 innovative solutions of improving the mobility and transport services for the population of major cities in the context of the concept city logistics based on Ukrainian and European research and applied experience, standards regarding the optimal use of different transport modes in city logistics environment.

The results of the article can be used for the formation of national and regional development programs and for transport improvement in Ukraine.

KEY WORDS: CONCEPT OF CITY LOGISTICS, MOBILITY, TRANSPORT SERVICES FOR THE POPULATION.

РЕФЕРАТ

Дмитриев Н.Н. Инновационные решения повышения мобильности и транспортного обслуживания населения больших городов в контексте Европейской программы CIVITAS 2020 / Н.Н. Дмитриев, Т.А. Воркут, В.С. Марунич, И.Н. Вакарчук, В.С. Харута // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье предложены инновационные решения по повышению мобильности и транспортного обслуживания населения больших городов в рамках Европейской программы CIVITAS 2020.

Объект исследования – процесс оценки мобильности и транспортного обслуживания населения больших городов.

Цель работы – демонстрация инновационных решений в контексте реализации концепции ситилогистики и на этой основе повышение мобильности и транспортного обслуживания населения экологически чистыми видами транспорта.

Методы исследования – научной идентификации и системный подход процесса оценки мобильности и транспортного обслуживания населения больших городов.

Продемонстрировано инновационные решения в рамках программы CIVITAS 2020 по повышению мобильности и транспортного обслуживания населения больших городов в контексте реализации концепции ситилогистики, основанные на украинском и европейском опыте научно-прикладных разработок и стандартов, относительно оптимального применения различных видов транспорта в ситилогистической среде.

Результаты статьи могут быть использованы при формировании общегосударственной и региональных программ развития и совершенствования транспорта в Украине.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: КОНЦЕПЦИЯ СИТИЛОГИСТИКИ, МОБИЛЬНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ, ТРАНСПОРТНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ НАСЕЛЕНИЯ.

АВТОРИ:

Дмитрієв М.М., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, тел. 044 280 54 09, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1

Воркут Т.А., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, тел. 044 254 43 26, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1

Марунич В.С., кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, тел. 044 254 43 26, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1

Вакарчук І.М., кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, тел. 044 254 43 26, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1

Харута В.С., асистент, Національний транспортний університет, e-mail: vitalik_haruta@mail.ru , тел. +38096 471 95 17, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1

AUTHORS:

Dmytriev M.M., Doctor of Technical Science, National transport university, tel. 044 280 54 09, Ukraine, 01010, Suvorov, 1, Kyiv

Vorkut T.A., Doctor of Technical Science, National transport university, tel. 044 254 43 26, Ukraine, 01010, Suvorov, 1, Kyiv

Marunich V. S., Ph.D., National Transport University, tel. 044 254 43 26, Ukraine, 01010, Suvorov, 1, Kyiv

Vakarchuk I. M., Ph.D., National Transport University, tel. 044 254 43 26, Ukraine, 01010, Suvorov, 1, Kyiv

Kharuta V.S., assistance lecturer, National Transport University, e-mail: vitalik_haruta@mail.ru , tel. +38096 471 95 17 , Ukraine, 01010, Suvorov, 1, Kyiv

АВТОРЫ:

Дмитриев Н.Н., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, тел. 044 280 54 09, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1

Воркут Т.А., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, тел. 044 254 43 26, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1

Марунич В.С., кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, тел. 044 254 43 26, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1

Вакарчук И.Н., кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1

Харута В.С., ассистент, Национальный транспортный университет, e-mail: vitalik_haruta@mail.ru , тел. +38096 471 95 17, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Денисенко М.П., доктор економічних наук, професор, Київський національний університет технологій та дизайну, професор кафедри економіки підприємства, Київ, Україна.

Левківський О.П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, Київ, Україна.

REVIEWER:

Denisenko M.P., doctor of Economic Science, professor, Kiev national university of technologies and design, professor of department of economy of enterprise, Kyiv, Ukraine.

Levkivskiy O.P., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Professor of Department of Manufacturing, Repair and Materials Engineering, Kyiv, Ukraine.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КІНЕТИКИ ЗМІНИ ФАКТИЧНОЇ ПЛОЩІ КОНТАКТУ НА АДСОРБЦІЙНУ АКТИВНІСТЬ КОМПОНЕНТІВ МАСТИЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

Дмитриченко М.Ф., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Білякович О.М., кандидат технічних наук, Національний авіаційний університет, Київ, Україна
Савчук А.М., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Туриця Ю.О., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Куш О.І., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Педан О.Л., старший викладач, Національний транспортний університет, Київ, Україна

KINETIC STUDY OF CHANGES REAL CONTACT AREA ON THE ADSORPTION OF THE ACTIVE COMPONENTS OF THE LUBRICANT

Dmytrychenko M.F., Ph.D., Engineering (Dr), National Transport University, Kyiv, Ukraine
Bilyakovich O.N., Ph.D, associate professor, National Aviation University, Kyiv, Ukraine
Savchuk A.N., Ph.D, associate professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Turitsa Y.A., Ph.D, associate professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Kushch A.I., Ph.D, associate professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Pedan O.L., senior lecturer, National Transport University, Kyiv, Ukraine

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КИНЕТИКИ ИЗМЕНЕНИЯ ФАКТИЧЕСКОЙ ПЛОЩАДИ КОНТАКТА НА АДСОРБЦИОННУЮ АКТИВНОСТЬ КОМПОНЕНТОВ СМАЗОЧНОГО МАТЕРИАЛА

Дмитриченко Н.Ф., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Биликович О.Н., кандидат технических наук, Национальный авиационный университет, Киев, Украина
Савчук А.Н., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Турица Ю.А., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Куш А.И., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Педан О.Л., старший преподаватель, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В процесі тертя і зносу деталей машин мікрогеометрія поверхонь зазнає значних змін. При цьому найбільші зміни зазнає більш м'яка зі сполучуваних поверхонь. Її шорсткість наближається до шорсткості твердого контртіла доти, поки не досягне деякого оптимального значення, характерного для даного режиму тертя. Зміна шорсткості поверхні відбувається при терті і зношуванні внаслідок процесів пластичного відтискування, втомного руйнування і, в деяких випадках, мікрорізання і глибинного виривання [1]. Оптимальна шорсткість залежить від властивостей матеріалів, форми деталей, умов роботи пари тертя і наявності змащувального матеріалу [2]. Оцінку впливу площі контакту на активність компонентів мастильного матеріалу в своїх дослідженнях проводили Дьомкін Н.Б., Джонсон К.Л. [3, 4].

Постановка завдання. Встановлення закономірностей зміни фактичної площі контакту на адсорбційну здатність компонентів мастильного матеріалу.

Викладення основного матеріалу. Дослідження проводились при застосуванні трансмісійної оливи ТАД-17і та контактними навантаженнями 450 МПа та 650 МПа. Зразки виготовлені зі сталі 45 та ШХ-15.

Встановлено, що зі збільшенням максимальної контактної напруги по Герцу з 250 до 650 МПа для досліджуваних пар тертя при змащуванні трансмісійною оливою ТАД-17і спостерігається загальна тенденція щодо збільшення такого параметра, як частота зриву змащувального шару в період пуску. Якщо для контактних поверхонь з початковою шорсткістю $R_a = 0,1 - 0,7$ мкм ступінь металевого контакту пар тертя підвищується на 30 – 40 %, то для поверхонь з початковою шорсткістю $R_a = 1,0$ мкм вказаний показник збільшується на 60 – 65%. Слід зазначити, що незалежно від класу шорсткості, збільшення навантаження забезпечує скорочення періоду припрацювання контактних поверхонь в динамічних умовах навантаження, в середньому, в 1,8 – 2 рази (рис. 1).

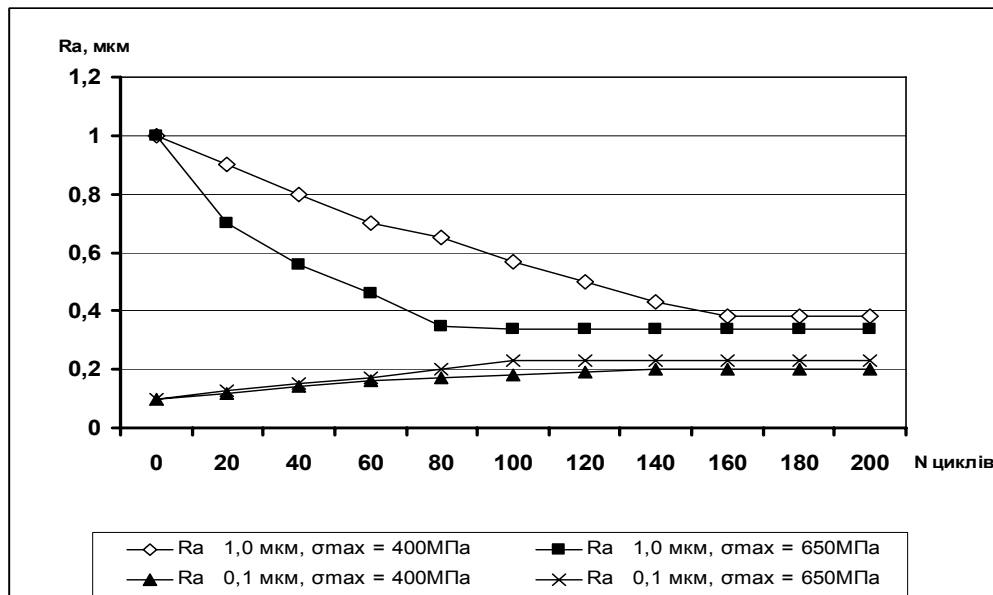


Рисунок 1 – Залежність тривалості періоду припрацювання контактних поверхонь від навантаження

Стала рівноважна шорсткість пар тертя при збільшенні навантаження характеризується одноріднішими показниками і не залежить від початкової шорсткості. Так, при $\sigma_{\max} = 400$ МПа в залежності від попереднього методу обробки поверхонь, стала шорсткість складає 0,2 – 0,43 мкм, а при $\sigma_{\max} = 650$ МПа – 0,21 – 0,34 мкм. Кінетика зміни даного параметра свідчить, перш за все, про збільшення деформаційної пластичної компоненти в поверхневих шарах металу при збільшенні навантаження. Ми вважаємо, що дане припущення підтверджується кінетикою зміни наступних триботехнічних характеристик.

По-перше, приріст товщини змащувального шару в період страгування із збільшенням контактної напруги з 250 до 650 МПа характеризується наступною особливістю. Збільшення товщини змащувального шару для R_a 0,1; 0,33 і 0,7 мкм відповідно на 8%, 12% і 18% зафіксовано при підвищенні контактної напруги з 250 до 400 МПа, подальше збільшення тиску обумовлює зниження товщини змащувального шару для даних поверхонь тертя відповідно на 30%, 29% і 34%.

Для пар тертя з початковою шорсткістю 1,0 мкм встановлено зменшення товщини змащувального шару в контакті в діапазоні досліджуваних навантажень, в середньому, на 12% (рис. 2).

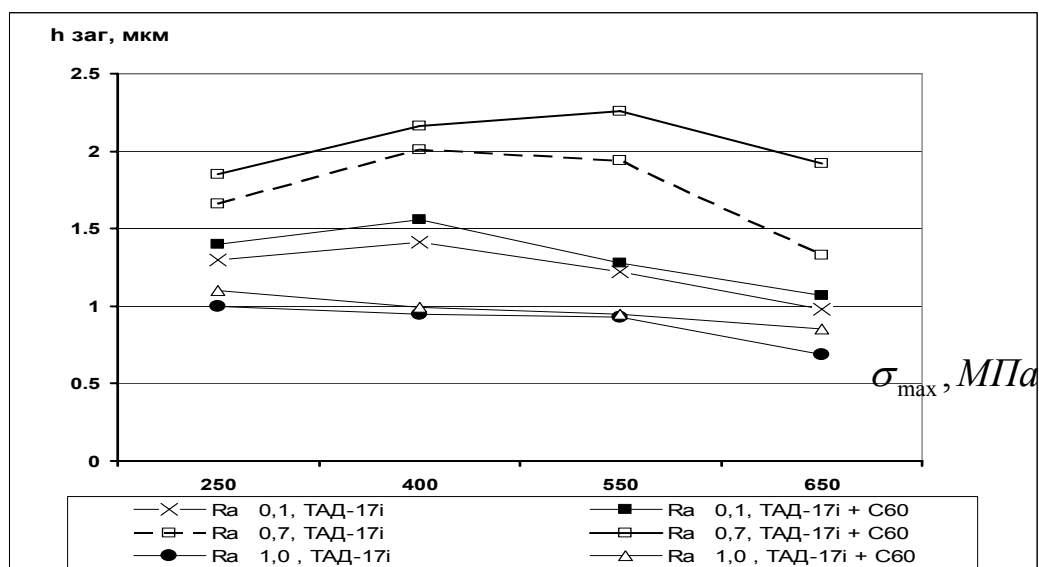


Рисунок 2 –Вплив контактного навантаження на формування товщини змащувального шару

Згідно з еластогідродинамічною теорією мащення, при коченні з проковзуванням в зоні тертя змащувальний шар характеризується неоднорідністю структури [5, 6]. Умовно його можна розділити на дві складових: одна, що забезпечує гідродинамічне мащення, і друга – граничне. Проаналізована нами закономірність зміни сумарної товщини змащувального шару аналогічна в процентному співвідношенні зміні гідродинамічної товщини плівки, що формується в контакті. Відносно граничних змащувальних шарів встановлена наступна динаміка. У міру завершення періоду припрацювання на контактних поверхнях при збільшенні навантаження інтенсифікувалося утворення граничних змащувальних шарів. Причому, незалежно від початкової шорсткості поверхонь тертя, найбільше збільшення товщини граничної плівки зафіксоване при підвищенні контактної напруги від $\sigma_{\max}$ 250 до 550 МПа. Так, для R_a 0,1; 0,33; 0,7 і 1,0 мкм цей показник збільшується на 43%, 42,8%, 55% і 70% відповідно (рис. 3).

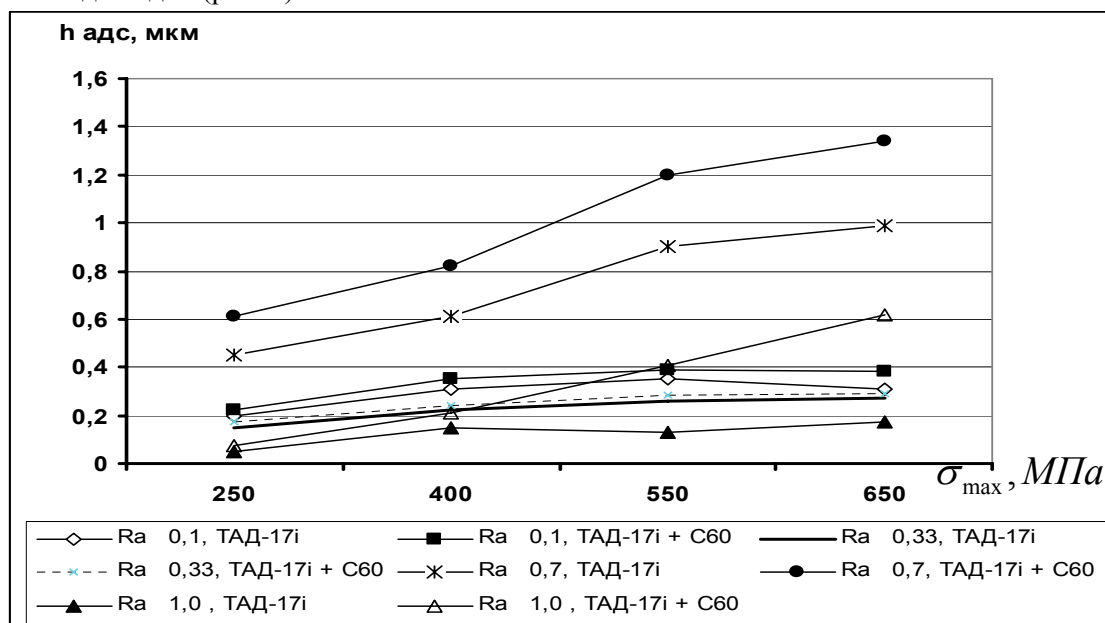


Рисунок 3 – Кінетика утворення граничних змащувальних шарів при збільшенні навантаження

Подальше підвищення контактної напруги до 650 МПа обумовлює збільшення граничних змащувальних шарів на 1 – 2 %. Слід також відзначити, що із збільшенням навантаження на долю СОП в сформованих граничних плівках приходить до 50 – 70%. Інтенсифікація утворення граничних змащувальних шарів свідчить, перш за все, про збільшення активації поверхневих шарів металу, а енергія, що виділяється при механічній деформації мікроступів, витрачається на формування і адаптацію граничних плівок з активних компонентів змащувального матеріалу. Відомо, що базову основу трансмісійної оливи складають, в основному, неактивні, неполярні групи вуглеводнів (до 90%). Проте, враховуючи схильність органічних неактивних молекул поляризуватися при емісії електронів з поверхні твердої фази металу [7, 8], а також враховуючи полярну активність компонентів антиокислювальної і протизадирної присадок, що містяться в оливі, ми можемо стверджувати, що в утворенні граничних змащувальних шарів домінуючий вплив створює активація поверхневих шарів металу.

Другим показником, що свідчить про збільшення пластичної деформаційної компоненти, є зміна топографії поверхонь тертя в динамічних умовах навантаження, що забезпечує збільшення фактичної площі контакту і зниження фактичного тиску [9, 10, 11].

Для найбільш гладких поверхонь з $R_a = 0,1$ мкм ФПК після періоду припрацювання збільшується лише при максимальній контактній напрузі $\sigma_{\max} = 400$ МПа. Ми вважаємо, що для досліджуваних поверхонь при формуванні ФПК домінуючий вплив створюють адгезійні процеси, які виявляються в періоди зупинки між циклами. Так, при страгуванні, у міру збільшення товщини змащувального шару за рахунок гідродинамічної складової в контакті, незалежно від навантаження, реалізується гідродинамічний режим змащувальної дії ($\lambda \geq 4$). В період зупинок відбувається витискування змащувального матеріалу із зони контакту, унаслідок низької початкової шорсткості поверхонь тертя проявляється ефект «плівкового голодування», який обумовлює утворення адгезійних «містків» між контактними поверхнями. При $\sigma_{\max} = 250$ МПа сила адгезійної взаємодії

незначна, а при домінуванні пружної деформаційної компоненти в поверхневих шарах металу істотних змін мікрогеометрії поверхонь не відбувається (стала $R_a = 0,15$ мкм).

Висновок. Встановлено, що у міру підвищення навантаження до $\sigma_{\max} = 400$ МПа сила адгезійної взаємодії збільшується, при страгуванні відбувається розрив «адгезійних містків», унаслідок чого стала шорсткість збільшується, в порівнянні зпочатковою, на 50 – 60%. Активация контактних поверхонь в таких умовах забезпечує формування граничних адсорбційних шарів, в середньому, на 40 % більше, в порівнянні з граничними плівками при $\sigma_{\max} = 250$ МПа. При цьому слід зазначити, що по мірі зміни мікрогеометрії контактних поверхонь змінюється і режим змащувальної дії. Для мастильного матеріалу при $\sigma_{\max}$ від 400 до 650 МПа по мірі припрацювання домінує змішаний режим змащувальної дії, а сформовані в цей період граничні адсорбційні шари характеризуються екрануючими властивостями відносно утворення «адгезійних містків» в період зупинки.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Крагельский И.В., Добычин Н.М., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ. М.: Машиностроение, 1977. 525 с.
2. Ермаков В.И. Шенн В.С. Ремонт и монтаж химического оборудования. Учебное пособие для ВУЗов. – Л.: Химия, 1981, 368 с.
3. Демкин Н.Б. Контактное шероховатых поверхностей. – М.: Наука, 1970г. 266с.
4. Johnson K.L. Contact Mechanics. – Cambridge: Cambridge University Press, 1985. – 452 p.
5. Айнбиндер С.Б. О механизме граничного трения / С.Б. Айнбиндер // Трение и износ. – 1983.– том.4, № 1. –С.5–11
6. Petrokovets M.I. Thermal Instability of Friction Pairs / M.I. Petrokovets, P.N. Bgodanovich, D.V. Tkachuk // Problemy exsploatatsii. – 1998. – № 3. – P. 189–198.
7. Дмитриченко Н.Ф. Исследование влияния газовых сред на смазочную способность минеральных масел, их противоизносного и демпфирующего действий в зацеплении зубьев зубчатых передач: дис. на соискание ученой степени кандидата техн. наук.: 05.02.04 / Дмитриченко Николай Федорович. – Киев, КИИГА, 1980. – 260с.
8. Запорожец В.В. Динамические характеристики прочности поверхностных слоев и их оценка / В.В. Запорожец // Трение и износ. – 1980. – том. 1. – № 4. – С. 602– 609.
9. Landman U. Atomic mechanisms and dynamics of adhesion, nanoindentation and fracture / U. Landman, W.D. Luedtke, N.A. Burnham, R.J. Ckolton // Science. – 1990. –Vol. 248. P.454–461.
10. Landman U. Atomic Scale Issues in Tribology: Interfacial Junctions and Nano-Elastohydrodynamics / U. Landman, W.D. Luedtke, J. Gao // Langmuir. – 1996. – Vol. 12. P.4514–4524.
11. Robbins M.O. Computer simulations of friction, lubrication and wear // Modern Tribology Handbook / M.O. Robbins, M.H. Müser // Ed. By B.Bhushan. Boca-Raton: CRC Press. – 2001. – P.717–765.

REFERENCES

1. Kragelsky I.V., Dobychin N.M., Kombalov B.S. Basis of calculation of the friction and wear. M.: Mechanical Engineering, 1977. 525 p. (Rus)
2. Ermakov V.I., Shann V.S. Repair and installation of chemical equipment. Textbook for High Schools. – L.: Chemistry, 1981, 368 p. (Rus)
3. Demkin N.B. Contacting the surface roughness. – M.: Nauka, 1970. 266 p. (Rus)
4. Johnson K.L. Contact Mechanics. – Cambridge: Cambridge University Press, 1985. – 452 p. (Eng)
5. Ainbinder S.B. On the mechanism of boundary friction / S.B. Ainbinder // Friction and wear. - 1983.- Tom.4, № 1. – P.5-11. (Rus)
6. Petrokovets M.I. Thermal Instability of Friction Pairs / M.I. Petrokovets, P.N. Bgodanovich, D.V. Tkachuk // Problemy exsploatatsii. – 1998. – № 3. – P. 189–198.
7. Dmitrichenko N.F. Investigation of the effect of gaseous media on the lubricity of mineral oils, anti-wear and their damping action engages the teeth of gears: Dis. for the scientific degree of the candidate tehn. Science.: 05.02.04 / Dmitrichenko Nikolai Fedorovich. – Kyiv, KIIGA, 1980. – 260 p. (Rus)
8. Zaporozhetc V.V. Dynamic characteristics of the strength of the surface layers and their evaluation / V.V. Zaporozhetc // Friction and wear. – 1980. – Vol. 1. – № 4. – P. 602 – 609. (Rus)
9. Landman U. Atomic mechanisms and dynamics of adhesion, nanoindentation and fracture / U. Landman, W.D. Luedtke, N.A. Burnham, R.J. Ckolton // Science. – 1990. –Vol. 248. P.454–461.

- 10.Landman U. Atomic Scale Issues in Tribology: Interfacial Junctions and Nano-Elastohydrodynamics / U. Landman, W.D. Luedtke, J. Gao // *Langmuir*. – 1996. – Vol. 12. P. 4514 – 4524.
- 11.Robbins M.O. Computer simulations of friction, lubrication and wear // *Modern Tribology Handbook* / M.O. Robbins, M.H. Müser // Ed. By B.Bhushan. Boca-Raton: CRC Press. – 2001. – P. 717–765.

РЕФЕРАТ

Дмитриченко М.Ф. Дослідження впливу кінетики зміни фактичної площі контакту на адсорбційну активність компонентів мастильного матеріалу / М.Ф.Дмитриченко, О.М.Білякович, А.М.Савчук, Ю.О.Туриця, О.І.Куш, О.Л. Педан // *Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки»*. Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

У статті представлені результати досліджень, які виконували на роликах, виготовлених зі сталі ШХ-15 та сталі 45, при максимальних контактних навантаженнях по Герцу 400 та 650 МПа. Мастильний матеріал – трансмісійна олива ТАД-17і.

Об'єкт дослідження – кінетика зміни фактичної площі контакту.

Метою роботи було дослідження впливу кінетики зміни фактичної площі контакту на адсорбційну активність компонентів мастильного матеріалу.

Метод дослідження – експериментальне визначення шорсткості поверхонь зразків та її вплив на формування адсорбційних граничних шарів в контакті.

Встановлено, що зі збільшенням максимальної контактної напруги по Герцу з 250 до 650 МПа для досліджуваних пар тертя при змащуванні трансмісійною оливою ТАД-17і спостерігається загальна тенденція щодо збільшення такого параметра, як частота зриву змащувального шару в період пуску. Якщо для контактних поверхонь з початковою шорсткістю $R_a = 0,1 - 0,7$ мкм ступінь металевого контакту пар тертя підвищується на 30 – 40 %, то для поверхонь з початковою шорсткістю $R_a = 1,0$ мкм вказаний показник збільшується на 60 – 65%. Слід зазначити, що незалежно від класу шорсткості, збільшення навантаження забезпечує скорочення періоду припрацювання контактних поверхонь в динамічних умовах навантаження, в середньому, в 1,8 – 2 рази.

Визначено, що по мірі зміни мікрогеометрії контактних поверхонь змінюється і режим змащувальної дії. Для мастильного матеріалу при $\sigma_{\max}$ від 400 до 650 МПа по мірі припрацювання домінує змішаний режим змащувальної дії, а сформовані в цей період граничні адсорбційні шари характеризуються екрануючими властивостями відносно утворення «адгезійних містків» в період зупинки.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ФАКТИЧНА ПЛОЩА КОНТАКТУ, ТРАНСМІСІЙНА ОЛИВА, ГРАНИЧНИЙ ШАР, ПАРА ТЕРТЯ, КОНТАКТНА ПОВЕРХНЯ.

ABSTRACT

Dmitrichenko N.F., Bilyakovich O.N., Savchuk A.N., Turitsa Y.A., Kusch A.I., Pedan O.L. Kinetic study of changes real contact area on the adsorption of the active components of the lubricant. *Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection*. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

The article presents the results of research that was carried out on rollers made of steel SH-15 and 45 steel, for maximum contact loads at 400 MPa and 650 MPa. Lubricant – gear oil TAD-17i.

Object of research – kinetics of the actual contact area.

The aim was to study the influence of the kinetics of changes in the actual contact area on the adsorption activity of the components of the lubricant.

The method of research – experimental determination of surface roughness of the samples and its influence on the formation of the adsorption of boundary layers in contact.

It is found that with increasing the maximum contact stress at Hertz with 250 to 650 MPa for the study of friction pairs lubricated with gear oil TAD-17i and there is a general trend of increasing this parameter, the frequency of failure of the lubricating layer during start-up. If the contact surfaces with the initial surface roughness $R_a = 0,1 - 0,7$ micron grade metal contact pairs of friction is increased by 30 – 40%, then a surface with an initial surface roughness $R_a = 1,0$ micron said indicator increases by 60 – 65%. It should be noted that regardless of the class of roughness provides increased load reduction period, the running contact surfaces under dynamic loading conditions, on the average 1.8 – 2 times.

Determined that at least changes microgeometry contact surfaces and regime change lubricating action. Lubricant at $\sigma_{\max}$ from 400 to 650 MPa as the running mode dominates mixed lubricating action, generated in this period limit adsorption layers characterized shielding properties against formation of "adhesive bridges" in the stop period.

KEYWORDS: ACTUAL AREA OF CONTACT, GEAR OILS, LIMIT BALL FRICTION PAIR, THE CONTACT SURFACE.

РЕФЕРАТ

Дмитриченко Н.Ф. Исследование влияния кинетики изменения фактической площади контакта на адсорбционную активность компонентов смазочного материала / Н.Ф.Дмитриченко, О.Н.Биликович, А.Н.Савчук, Ю.А.Турица, А.И.Куш, О.Л.Педан // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье представлены результаты исследований, которые выполняли на роликах, изготовленных из стали ШХ-15 и стали 45, при максимальных контактных нагрузках по Герцу 400 и 650 МПа. Смазочный материал – трансмиссионное масло ТАД-17и.

Объект исследования – кинетика изменения фактической площади контакта.

Целью работы было исследование влияния кинетики изменения фактической площади контакта на адсорбционную активность компонентов смазочного материала.

Метод исследования – экспериментальное определение шероховатости поверхностей образцов и ее влияние на формирование адсорбционных граничных слоев в контакте.

Установлено, что с увеличением максимальной контактного напряжения по Герцу с 250 до 650 МПа для исследуемых пар трения при смазке трансмиссионным маслом ТАД-17и наблюдается общая тенденция увеличения такого параметра, как частота срыва смазочного слоя в период пуска. Если для контактных поверхностей с начальной шероховатостью $R_a = 0,1 - 0,7$ мкм степень металлического контакта пар трения повышается на 30 – 40%, то для поверхностей с начальной шероховатостью $R_a = 1,0$ мкм указанный показатель увеличивается на 60 – 65%.

Следует отметить, что независимо от класса шероховатости, увеличение нагрузки обеспечивает сокращение периода приработки контактных поверхностей в динамических условиях нагрузки, в среднем в 1,8 – 2 раза. Определено, что по мере изменения микрогеометрии контактных поверхностей изменяется и режим смазочной действия. Для смазочного материала при $\sigma_{\max}$ от 400 до 650 МПа по мере приработки доминирует смешанный режим смазочного действия, а сформированные в этот период граничные адсорбционные слои характеризуются экранирующими свойствами в отношении образования «адгезионных мостиков» в период остановки.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ФАКТИЧЕСКАЯ ПЛОЩАДЬ КОНТАКТА, ТРАНСМИССИОННЫЕ МАСЛА, ПРЕДЕЛЬНЫЙ ШАР, ПАРА ТРЕНИЯ, КОНТАКТНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ.

АВТОРИ:

Дмитриченко Микола Федорович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри «Виробництво, ремонт та матеріалознавство», e-mail: dmitrichenko@ntu.edu.ua, тел. (044)2808203, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к. 318.

Білякович Олег Миколайович, кандидат технічних наук, професор, Національний авіаційний університет, професор кафедри «Технології аеропортів», e-mail: oleg65@voliacable.com, тел. (044)4067694, Україна, 03680, м. Київ, просп. Космонавта Комарова, 1, к.1.409.

Савчук Анатолій Миколайович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри «Виробництво, ремонт та матеріалознавство», e-mail: tolik_savchuk@bigmir.net, тел. (044)2801886, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к.102.

Туриця Юлія Олександрівна, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри «Виробництво, ремонт та матеріалознавство», e-mail: yuliya_tur@ukr.net, тел. (044)2801886, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к.102.

Куш Олексій Іванович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри «Виробництво, ремонт та матеріалознавство», e-mail: tolik_savchuk@bigmir.net, тел. (044)2801886, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к.102.

Педан Олег Лаврентійович, Національний транспортний університет, старший викладач кафедри «Виробництво, ремонт та матеріалознавство», тел. (044)2801886, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к.102.

AUTHOR:

Dmytrychenko Mukola F., Ph.D., Engineering (Dr.), National Transport University, professor department of Manufacturing repair and materialoved, e-mail: dmitrichenko@ntu.edu.ua, tel. (044)2808203, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 318.

Bilyakovych Oleg N., associate professor, National Aviation University, associate professor department of technologies of air-ports, e-mail: oleg65@voliacable.com, tel. (044)4067694, Ukraine, 03680, Kyiv, b. Cosmonaut of Komarova, 1, of. 1.409.

Savchuk Anatoliy N, associate professor, National Transport University, associate professor department of Manufacturing repair and materialoved, e-mail: tolik_savchuk@bigmir.net, tel. (044)2801886, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 102.

Turytsia Yuliya A., associate professor, National Transport University, associate professor department of Manufacturing repair and materialoved, e-mail: yuliya_tur@ukr.net, tel. (044)2801886, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 102.

Kushch Aleksey I., associate professor, National Transport University, associate professor department of Manufacturing repair and materialoved, e-mail: kushch_oleksiy@bigmir.net, tel. (044)2801886, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 102.

Pedan O.L., National Transport University senior lecturer department of Manufacturing repair and materialoved, tel. (044)2801886, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 102.

АВТОРЫ:

Дмитриченко Николай Федорович, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, профессор кафедры «Производство, ремонт и материаловедство», e-mail: dmitrichenko@ntu.edu.ua, тел. (044)2808203, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к. 318.

Биликович Олег Николаевич, кандидат технических, профессор, Национальный авиационный университет, профессор кафедры «Технологий аэропортов», e-mail: oleg65@voliacable.com, тел. (044)4067694, Украина, 03680, м. Київ, просп. Космонавта Комарова, 1, к.1.409.

Савчук Анатолий Николаевич, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры «Производство, ремонт и материаловедство», e-mail: tolik_savchuk@bigmir.net, тел. (044)2801886, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к.102.

Турица Юлия Александровна, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры «Производство, ремонт и материаловедство», e-mail: yuliya_tur@ukr.net, тел. (044)2801886, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к.102.

Кушч Алексей Иванович, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры «Производство, ремонт и материаловедство», e-mail: kushch_oleksiy@bigmir.net, тел. (044)2801886, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к.102.

Педан Олег Лаврентьевич, Национальный транспортный университет, старший преподаватель кафедры «Производство, ремонт и материаловедство», тел. (044)2801886, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к.102.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Гутаревич Ю.Ф, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри двигунів і теплотехніки, Київ, Україна.

Тамаргазін О.А., доктор технічних наук, Національний авіаційний університет, професор кафедри екології та технологій аеропортів, Київ, Україна.

REVIEWER:

Gutarevich Y.F. Ph.D., Engineering (Dr.), National Transport University, professor department of motors and heating, Kyiv, Ukraine.

Tamargazin O.A., Ph.D., Engineering (Dr.), National Aviation University, professor department ecology and safety of vital functions, Kyiv, Ukraine.

КАРБОБОРУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ІЗ НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВИХ СТАЛЕЙ

Дмитриченко М.Ф., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Левківський О.П., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Ткачук В.М., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Барілович Л.П., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Дулеба А.Д., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

CARBOBORONIZING OF LOW-CARBON STEEL PARTS

Dmytrychenko M.F., Doctor of Science in Technology, National Transport University, Kyiv, Ukraine

Levkivskiy O.P., Doctor of Science in Technology, National Transport University, Kyiv, Ukraine

Tkachuk V.M., PhD in Technical Sciences, National Transport University, Kyiv, Ukraine

Barylovych L.P., PhD in Technical Sciences, National Transport University, Kyiv, Ukraine

Duleba A.D., PhD in Technical Sciences, National Transport University, Kyiv, Ukraine

КАРБОБОРИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ ИЗ НИЗКОУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ

Дмитриченко Н.Ф., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Левковский А.П., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Ткачук В.Н., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Барілович Л.П., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Дулеба А.Д., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

В сучасному машинобудуванні використовується велика кількість різних сталей і сплавів для виготовлення деталей, які працюють в складних трибологічних умовах і при високих температурах. Це, насамперед, значна кількість різноманітних шестерень, валів, підшипників, осей, а також штампів для гарячого штампування. Для надання їм необхідних фізико-механічних властивостей, надійності та довговічності часто застосовують дефіцитні, коштовні сталі та сплави, які вимагають довготривалої термічної та хіміко-термічної обробки.

З метою економії дорогих легованих сталей часто використовують сталі звичайної якості, для яких потім проводять поверхнєве зміцнення і надають їм необхідних властивостей. Для цього використовують цементацію поверхні, яка зазнає зносу [1, 7].

Сучасні технологічні процеси цементування деталей характеризуються значною довготривалістю, а після насичення поверхні деталі вуглецем потребують складних процесів термічної обробки. Крім того, нерівномірність за товщиною покриття поверхні деталі цементованим шаром призводить до виникнення тріщин та деформації деталі.

Замість цементування в даний час у виробництві почали використовувати дифузійне борування – насичення поверхні деталі бором, а також іншими хімічними елементами [2, 8, 9]. Всі ці процеси порівняно довготривалі і вимагають значної техніко-технологічної підготовки.

Процес борування має ряд переваг в порівнянні з іншими процесами хіміко-технічної обробки. Але рівномірного шару борованої поверхні не завжди можна досягнути (рис. 1).

В останні роки, як в машинобудуванні, так і в ремонтному виробництві з'явився новий метод зміцнення поверхні деталей, які працюють в складних трибологічних умовах. Карбоборування – це метод, в основному, одночасного дифузійного насичення поверхні деталі вуглецем і бором. В

літературі описані методи насичення поверхні не тільки бором, але й іншими компонентами (кремній, азот) [7,10].



Рисунок 1 – Мікроструктура борованої сталі 10 (вуглець при борованні не використовувався), x100

Насичення робочої поверхні деталей вуглецем і бором має істотні переваги. Так, в результаті утворення великої кількості центрів кристалізації нових фаз і структур, якими додатково являється вуглець, утворюється ультрадисперсна структура поверхневого шару. Цей шар утворюють карбоборозалізні системи Fe_2B , FeB , $Fe_m(C,B)_n$, які мають високу твердість ($HRC\ 70\ldots 80$) та зносостійкість і жаростійкість. Ці фазові й структурні системи в даний час одержують в твердому стані при дуже високих температурах ($1050\ldots 1180^\circ C$) і тривалому часі карбоборкування ($8,5\ldots 10$ год). Але методи карбоборкування [4, 5, 6] та склад сумішей для цього складні і коштовні. Так, для цих сумішей часто використовують: гексаборид лантану (LaB_6); борофтористий калій (KBF_4); хлористий амоній (NH_4Cl); бор-нітрид-кремнієва кераміка, абразивний порошок карбіду бору (B_4C); тетраборофторид амонію (NH_4BF_4); нітрид бору (BN -ельбор); оксид кремнію (SiO_2); різні карбюризатори, особливо графіт; наплавочні порошки (типу ПГ) та інші, які для карбоборкування потребують високих температур нагріву ($1100\ldots 1200^\circ C$).

Це часто призводить до нерівномірної товщини зміцненого поверхневого шару та неприпустимої пористості, одержання в поверхневому шарі крихкої високобористої фази з низькими корозієстійкістю, зносостійкістю та частому виникненню мікротріщин. Нерівномірна товщина борованого шару та його грубо-кристалічна будова викликає додаткові напруження у деталі після насичення бором і потребує проведення довготривалої механічної обробки.

Сучасні процеси карбоборкування також являються енергозатратними, довготривалими і, в значній мірі, екологічно шкідливими через складні карбоборовмісткі суміші, які використовують в якості теплоносія. Відомі із літератури суміші для карбоборкування [6, 7], як правило, містять $0,3\ldots 0,6\%$ вуглецю. Деякі дослідники пропонують вводити від 8 до 11% графіту. Вуглець вводять в поверхневий шар сталей в основному електровибуховим способом [3, 5, 6]. Це значно ускладнює технологію карбоборкування і не сприяє її широкому впровадженню у виробництво.

В наших дослідженнях була поставлена задача усунути існуючі проблеми сучасного карбоборкування такі, як багатокомпонентність і коштовність суміші для карбоборкування, довготривалість процесу карбоборкування, складність технології, виключивши насичення вуглецем фізико-динамічні методи, а також істотно підвищити якість карбоборованої поверхні за рахунок отримання дисперсної структури зміцненого поверхневого шару та рівномірної його товщини, зменшити внутрішню напруженість шару та зменшити кількість крихкої високобористої фази в поверхневому шарі за рахунок збільшення швидкості процесу карбоборкування, використати при цьому дешеві матеріали і, головне, одержати двошарове покриття – боридне і високо-вуглецеве, з яких можна формувати різні структури і фази тепловим впливом. Однією із задач дослідження було одержання поверхневого шару деталі твердістю $HRC\ 70\ldots 80$, який зберігає її до температури $1000^\circ C$ і вище. Це дозволить замінити процес цементації деталей, які працюють в складних трибологічних умовах, але при температурах не вище $250^\circ C$, які допускає цементація, а також замінити високолеговані жаростійкі сталі для штампів низьколегованими, або низьковуглецевими.

Для дослідження були використані універсальні електричні печі нагріву деталей та існуючі прилади контролю температури і тривалості процесу. Мікроструктура зразків перевірялась і фотографувалась на металографічних мікроскопах нового покоління. Замір мікротвердості проводили на приладі М1-400 фірми Лесо при навантаженні 10 г.

Для експериментів використовували сталі 10 і 20 ДСТУ 1030-2004. Шліфи виготовляли на універсальних верстатах. Фазовий склад визначали за допомогою рентгенівської установки *UPC-50U* та *Сатеса*. Компоненти для розробки сумішей при карбоборуванні вибирали на основі раніше досліджених і запатентованих нами [1]. Вуглець для дослідження використовували аморфного атомно-молекулярного алотропічного стану, а також – фулерени C_{60} . Кількість вуглецю брали у відсотках від загальної маси боровмісткого складу (20, 40, 50 і 60%). Температура і час карбоборування були вибрані із попередніх наших досліджень [1]. Такі режими пояснюються тим, що їх зміна призводить, або до збільшення швидкості насичення, або до зміни товщини карбоборованого шару. Його склад і структура можуть змінюватись не істотно.

Для дослідження був вибраний наступний склад суміші:

- карбід бору (B_4C) – 72...77%;
- бура (NaB_4O_7) – 12...17%;
- фтористий літій (LiF) – 7...12%.

Додатково до цієї суміші був введений вуглець в кількості 20...60% від загальної маси компонентів.

Результати досліджень (вибірково) наведені в табл. 1.

Як видно з табл. 1, із збільшенням кількості вуглецю в суміші збільшується кількість високобористої фази FeB . Із зменшенням до 22% вуглецю істотно збільшується кількість в'язкої низькобористої фази Fe_2B (до 90%).

Таблиця 1 – Оптимальний склад суміші (порошків) і режими карбоборування для одержання в поверхневому шарі деталі максимальної кількості бориду Fe_2B , максимальної товщини борованого шару, карбощару та необхідної мікротвердості

Порядковий номер експерименту	Температура карбоборування $T_{кб}, ^\circ C$	Час карбоборування, хв	Фази в поверхневому шарі		Доданий вуглець, %	Товщина борованого шару, δ , мкм	Товщина карбощару, $\delta_{кбш}$, мкм	Мікротвердість, МПа	Склад порошку для борування		
			Fe_2B , %	FeB , %					B_4C , %	$Na_2B_4O_7$, %	LiF , %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	950	60	30	70	35	50	19	15000	75	15	10
2	960	64	50	50	30	54	20	15100	66	32	2
3	965	66	60	40	28	55	21	15300	50	34	16
4	970	69	70	30	26	56	22	15400	55	34	11
5	980	72	80	20	24	58	23	15500	48	30	22
6	1000	76	90	10	22	60	24	15600	35	37	28

Товщина борованого шару, при цьому, також збільшується, а карбонідного шару збільшується незначно, мікротвердість зростає.

В табл. 1 наводяться дані, які найбільше досліджені при малих кількостях вуглецю в суміші. Дані, одержані при значному збільшенні вуглецю в суміші (до 60%), видні на фотографіях мікроструктури. Так, збільшення вуглецю в суміші до 50% призводить до збільшення в карбоборованому шарі вуглецевих сполук цементитного типу (рис. 3). Укорінений вуглець майже повністю іде на утворення цементитного підшару, який розміщений між боридним шаром і матрицею.

При малих кількостях вуглецю в порошок (до 30%) при карбоборуванні утворюється шар механічної суміші цементиту і фериту – зернистий перліт (рис. 2, 6 і табл. 2).

При цьому боридний шар містить між кристалами боридів (рис. 2) велику кількість зернистого перліту. Кристали боридів мають форму циліндрів, які укорінені в матричний метал. Із табл. 1 видно,

що зміна кількості фтористого літію (LiF) в суміші на загальні закономірності утворених фаз і структур не впливає. Фтористий літій призводить тільки до прискорення процесів хімічних реакцій в системі [1].

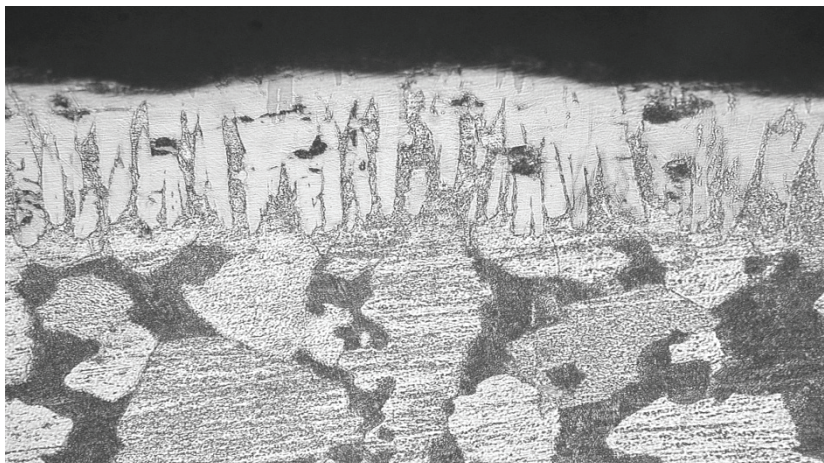


Рисунок 2 – Мікроструктура карбоборованої сталі 10, одержаної при 25...30% вуглецю в суміші, x320

Необхідно відмітити, що значне збільшення вуглецю в суміші для карбоборювання (більше 60%) призводить до утворення боридного шару з великою кількістю пор, які містять в собі графіт. Цей графіт утворюється в результаті дифузії великої кількості вуглецю, який вступає в хімічну реакцію з залізом і утворює цементит, який є нестабільною фазою, і при високій температурі перетворюється в графіт.

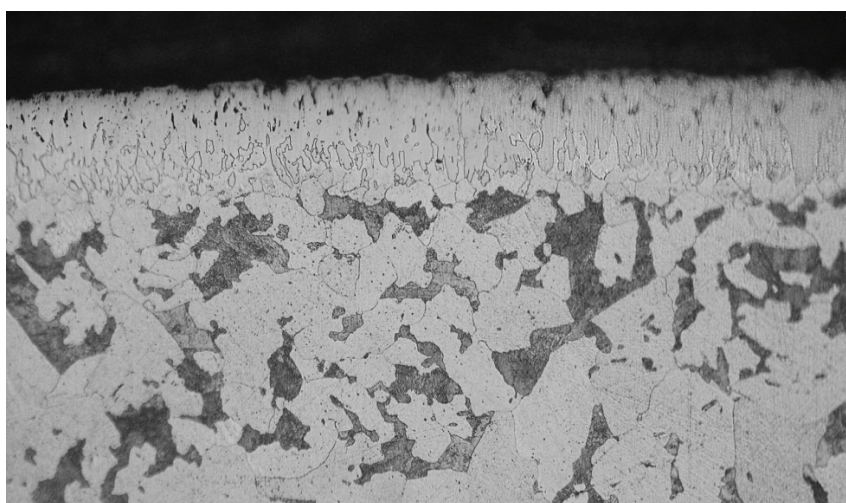


Рисунок 3 – Мікроструктура карбоборованої сталі 10, одержаної при 50% вуглецю в суміші, x200

Введення в склад боровмістких сумішей запропонованої кількості вуглецю не тільки прискорює процес поверхневого зміцнення деталей машин та підвищує їх трибологічні характеристики (за рахунок підвищення твердості), тобто підвищує їх довговічність і надійність в роботі, але являється науковою системою для перспективних наукових досліджень щодо поверхневого зміцнення деталей машин і одержання високих результатів в металознавстві для практичних цілей.

Результати дослідження мікроструктури карбоборованих деталей в запропонованій нами суміші свідчать, що раніше жодним методом не були досягнуті такі високоякісні, міцні покриття залізовуглецевих сплавів.

На рис. 1, 3, 4, 5, 6 показані порівняльні мікроструктури борованої поверхні сталі без добавки в боровміщуюче середовище вуглецю (рис. 1) та з добавкою вуглецю при боруванні (рис. 3, 4, 5, 6).

Як видно з наведених структур, поверхня карбоборованої сталі має рівномірну товщину шару (рис. 3, 4, 5, 6), високу дисперсність структури (рис. 3, 4) та включення вуглецевих сполук у всіх фазах зміцненого шару (рис. 3).

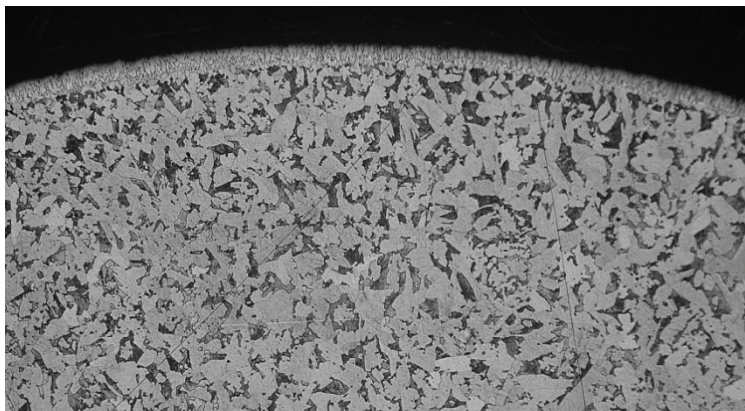


Рисунок 4 – Мікроструктура карбоборованої сталі 20, одержаної при 50% вуглецю в суміші, x50

Необхідно відмітити, що висока дисперсність шару являється результатом утворення великої кількості центрів кристалізації нових фаз і структури за рахунок атомів вуглецю, введенного в порошкову суміш для карбоборування.

На рис. 2 і 3 видно, що мікроструктура поверхневого шару складається із 2 частин: верхнього боридного шару і нижнього карбонільного. Верхній шар являє собою звичайні бориди заліза (високобористий і низькобористий). Їх мікротвердість змінюється від 20600 МПа до 10510 МПа на глибині 80...100 мкм (табл. 2).

Таблиця 2 – Мікротвердість та мікроструктура карбоборованого шару сталі 10

№ заміру	Мікротвердість, МПа	Мікроструктура
1	20600	Карбобориди FeB
2	16040	Карбобориди FeB
3	15440	Карбобориди FeB
4	12880	Бориди Fe_2B
5	11870	Бориди Fe_2B
6	11590	Бориди Fe_2B
7	10510	Бориди Fe_2B
8	9160	Бориди + перліт (мех.сум.)
9	6130	Перліт + карбід (евтектоїдна мех.сум.)
10	5510	Перліт + карбід(евтектоїдна мех.сум.)
11	4310	Перліт + карбід(евтектоїдна мех.сум.)
12	3800	Перліт + карбід(евтектоїдна мех.сум.)
13	2570	перліт зернистий
14	2290	перліт зернистий
15	1850	ферит
16	1680	ферит
17	1530	ферит

Аналіз мікротвердості цих шарів свідчить, що поверхня борованого шару складається з двох фаз: на глибині до 40 мкм – фаза високобориста (FeB), на глибині більше 40 мкм – переважає фаза низькобориста (Fe_2B). При товщині шару в 100 мкм розподіл середніх значень мікротвердості боридів до матричного металу наводиться в табл. 2. Одержані поверхневі шари боридів і карбонільні мають різну фазову і структурну складові, які залежать від кількості вуглецю, доданого в загальний

склад суміші. Так, невелика кількість вуглецю в суміші (до 40%) призводить до утворення зернистого перлітного шару, який знаходиться між матричною системою і боридним шаром (рис. 2, 6).

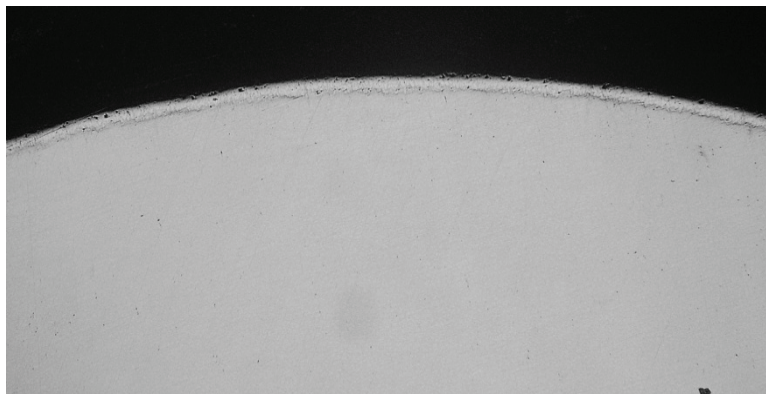


Рисунок 5 – Мікроструктура карбоборованої сталі 10 (нетравленого шліфа), x50

Збільшення вуглецю в порошок вище 50% приводить до утворення карбонільного цементитного шару (рис. 3 – біла полоса). Це свідчить про те, що вуглець в процесі карбоборювання дифундує в поверхню металу раніше бору і утворює певні структури і фази.

Одержаний перлітний шар дає змогу після гартування отримати тверду мартенситну структуру.

Наявність нижньої частини карбоборованої поверхні має велике значення для зміцнення деталей і забезпечення необхідних трибологічних характеристик. При невеликих, не динамічних навантаженнях, відносно м'яка перлітна частина шару забезпечує низькі напруження в боридному шарі і високу надійність та довговічність роботи деталі.

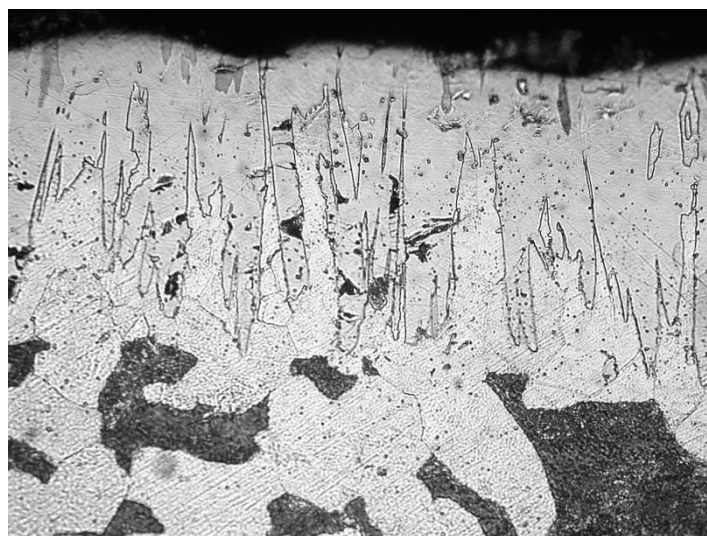


Рисунок 6 – Мікроструктура карбоборованої сталі 10, одержаної при 40% вуглецю в суміші, x500

При високих динамічних навантаженнях на деталь та інтенсивному зношуванні, нижній перлітний шар після гартування і низького відпуску деталі додатково забезпечує утворення твердої мартенситної структури та збільшує її довговічність.

Висновки. 1. Розроблений і досліджений склад порошкової суміші для карбоборювання сталевих деталей характеризується високою технологічністю, простотою одержання і застосовування. При цьому, не потрібно складного коштовного устаткування і великої кількості компонентів для цієї суміші.

2. Високі фізико-механічні властивості поверхневого шару деталей забезпечуються самою технологією карбоборювання.
3. Різна кількість вуглецю в суміші для карбоборювання призводить до одержання різного структурного і фазового складу поверхневого шару, а значить і різних фізико-механічних властивостей робочих поверхонь деталей.
4. Введення в склад суміші певної кількості вуглецю дає можливість практично керувати фазовим і структурним складом поверхневого шару деталі і його властивостями.
5. Оптимальною кількістю введенного в суміш вуглецю можна вважати 30...60% від загальної маси боровмісткого порошку. Його збільшення призводить до виникнення в шарі графітних пор і до зниження твердості поверхні.
6. Введення в суміш для карбоборювання вуглецю збільшує швидкість цього процесу, приводить до утворення рівномірного покриття і значного підвищення якості зміцненої поверхні.
7. Карбоборювання в запропонованих складах суміші дає змогу замінити такі технології, як цементування, азотування та ін.
8. Карбоборювання являється також перспективним для технологій зміцнення поверхонь деталей із різних металів, як у машинобудуванні, так і в ремонтному виробництві.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Пат. 10376А Україна, МПК С 23 С 8/68. Склад для безокисного борювання сталевих та чавунних виробів / Канарчук В.Е., Барілович Л.П., Ткачук В.М. та ін.; заявник Український транспортний університет. – Заявл. 23. 12.93, опубл. 25.12.96.
2. А.с. 1070207 СССР, МПК С 23 С9/02. Порошкообразный состав для комплексной химико-термической обработки изделий из высоколегированных сталей и твердых сплавов / А.Н. Тарасов, М.С. Белоусов, Р.И. Кузнецова, А.Д. Теслер, Л.Е. Гаршина (СССР). – № 3486006/22-02; заявл. 26.08.82, опубл. 30.01.84, БИ. №4.
3. Электровзрывное легирование железа углеродом: рельеф поверхности, фазовый состав и дефектная субструктура / Багаутдинов А.Я., Будовских Е.А. [та ін.] // Изв. вузов: Физика. – 2005. – №9. – С. 36–41.
4. Боридные покрытия на предварительно цементированной стали 20 / Кухарева Н.Г. [та ін.] // Вестник БНТУ. – 2011. – №2. – С. 24–27.
5. Электронно-микроскопические исследования поверхностных слоев никеля после электровзрывного науглероживания и карбоборирования / Багаутдинов А.Я. [та ін.] // Физика и химия обработки материалов. – 2006. – №2. – С. 50–57.
6. Особенности электровзрывного карбоборирования железа и никеля / Будовских Е.А. [та ін.] // Деформация и разрушение материалов. – 2006. – №3. – С. 37–43.
7. Карбоборирование феррито-перлитовой стали / Фильчаков Д.С. // Современные наукоемкие технологии. – 2008. – №8. – С. 71–72.
8. Пат. № 2276202 Российская Федерация, МПК С23С8/72. Способ карбоборирования полых деталей из тугоплавких металлов и высоколегированных сталей / Тарасов А.Н., Тилипалов В.Н., Макаровский В.А. – № 2004137587/02; заявл. 22.12.04, опубл. 10.05.06, Бюл. 13.
9. Трехкомпонентное карбоборирование алкенов [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://wiki.ru/sites/khimiya/id-news-504766.html>. – Назва з екрана.
10. Transition zone forming by different diffusion techniques in borating process of ferrite-perlite steels under the thermocyclic conditions / Guriev A.M., Kozlov E.V. [etc.] // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. – 2004. – №2.

REFERENCES

1. Pat. 10376A Ukrayina, MPK S 23 S 8/68. Sklad dlya bezokysnogo boruvannya stalevykh ta chavunnykh vyrobiv / Kanarchuk V.E., Barylovych L.P., Tkachuk V.M. ta in.; zayavnyk Ukrayinskyi transportnyi universytet. – Zayavl. 23. 12.93, opubl. 25.12.96. (Ukr)
2. A.s. 1070207 SSSR, MPK S 23 S9/02. Poroshkoobraznyiy sostav dlya kompleksnoy himiko-termicheskoy obrabotki izdeliy iz vyisokolegirovannykh staley i tverdykh splavov / A.N. Tarasov, M.S. Belousov, R.I. Kuznetsova, A.D. Tesler, L.E. Garshina (SSSR). – № 3486006 /22-02; zayavl. 26.08.82, opubl. 30.01.84, BI. №4. (Rus)
3. Elektrovzryivnoe legirovanie zheleza ugleterodom: relef poverhnosti, fazovyyi sostav i defektnaya substruktura / Bagautdinov A.Ya., Budovskih E.A. [ta in.] // Izv. vuzov: Fizika. – 2005. – №9. – S. 36–41. (Rus)

4. Boridnyie pokryitiya na predvaritelno tsementirovannoy stali 20 / Kuhareva N.G. [ta In.] // Vestnik BNTU. – 2011. – №2. – S. 24–27. (Rus)
5. Elektronno-mikroskopicheskie issledovaniya poverhnostnyih sloev nikelya posle elektrovzryivnogo nauglerozhivaniya i karboborirovaniya / Bagautdinov A.Ya. [ta in.] // Fizika i himiya obrabotki materialov. – 2006. – №2. – S. 50–57. (Rus)
6. Osobennosti elektrovzryivnogo karboborirovaniya zheleza i nikelya / Budovskih E.A. [ta in.] // Deformatsiya i razrushenie materialov. – 2006. – №3. – S. 37–43. (Rus)
7. Karboborirovanie ferrito-perlitovoy stali / Filchakov D.S. // Sovremennyye naukoemkie tehnologii. – 2008. – №8. – S. 71–72. (Rus)
8. Pat. №2276202 Rossiyskaya Federatsiya, MPK C23C8/72. Sposob karboborirovaniya polyih detaley iz tugoplavkih metallov i vyisokolegirovannyih staley / Tarasov A.N., Tilipalov V.N., Makarskiy V.A. – № 2004137587/02; zayavl. 22.12.04, opubl. 10.05.06, Byul. 13. (Rus)
9. Trehkomponentnoe karboborirovanie alkenov [Elektronniy resurs] – Rezhim dostupu: URL: <http://wiki.ru/sites/khimiya/id-news-504766.html>. – Nazva z ekrana. (Rus)
10. Transition zone forming by different diffusion techniques in borating process of ferrite-perlite steels under the thermocyclic conditions / Guriev A.M., Kozlov E.V. [etc.] // Fundamentalnyie problemyi sovremennogo materialovedeniya. – 2004. – №2. (Eng)

РЕФЕРАТ

Дмитриченко М.Ф. Карбоборувння деталей із низьковуглецевих сталей / М.Ф. Дмитриченко, О.П. Левківський, В.М. Ткачук, Л.П. Барилович, А.Д. Дулеба // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

Сучасне виробництво та ремонт машин вимагають подальшої розробки нових технологій і матеріалів для зміцнення деталей, підвищення їх ресурсу та економічної ефективності. В результаті досліджень, проведених в Національному транспортному університеті, пов'язаних з боруванням та карбоборуванням, розроблений новий, перспективний склад суміші для сучасної технології дифузійного зміцнення – карбоборування.

Карбоборування – це процес одночасного дифузійного насичення поверхні металевої деталі бором і вуглецем. Для цієї технології нами був вперше розроблений порошковий склад карбоборувальної суміші, який включає карбід бору B_4C (72...77%), бури $Na_2B_4O_7$ (12...17%), фтористого літію LiF (7...12%) та додатково атомно-молекулярного вуглецю, в тому числі фулеренів, в кількості від 30 до 60% загальної маси вказаних вище компонентів.

В результаті досліджень одержали на поверхні деталі двошарове карбоборопокриття високої якості. Твердість поверхневого шару досягає $HRC\ 70...80$.

Карбоборидна поверхня складається із фази карбідів бору (низько- і високобористої) і структури зернистого перліту. Це дозволяє значно підвищити трибологічні властивості зміцненої поверхні деталі. Додатки вуглецю в суміш забезпечують високу дисперсність покриття, його рівномірність на всій поверхні та зниження внутрішніх напружень і виключення мікротріщин в деталі.

Дослідження, крім того, показали, що введення вуглецю в склад для карбоборування значно прискорює цей процес і являється перспективним при виробництві і відновленні деталей машин із різних металів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КАРБОБОРУВАННЯ, ВНУТРІШНІ НАПРУЖЕННЯ, ФУЛЕРЕНИ, ФАЗИ І СТРУКТУРИ, МІКРОТРИЩИН.

ABSTRACT

Dmytrychenko M.F., Levkivskyi O.P., Tkachuk V.M., Barylovych L.P., Duleba A.D. Carboboronizing of low-carbon steel parts. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

The modern production and repair of machinery require a further development of innovative technologies and materials for strengthening of parts, increase in their resource and economic efficiency. The researches on boronizing and carboboronizing conducted in National Transport University have resulted into development of a new, promising heat carrier composition for modern technology of diffusive strengthening – the carboboronizing.

The carboboronizing is a process of simultaneous diffusive saturation of surface of metal parts by boron and carbon. For that technological process the powder mixture of carboborizing-containing heat carrier

was developed that consists of boron carbide B_4C (72...77%), borax $Na_2B_4O_7$ (12...17%), lithium fluoride LiF (7...12%) and extra atomic-molecular carbon including fullerene in number of from 30% to 60% of gross mass of the above mentioned components.

The outcome of the research was a two-ply carbon and boron coating of high quality on a surface of parts. The hardness of surface coating reaches $HRC\ 70...80$.

A carboboriding surface consists of the borocarbon (high and low boron) phase and the granular pearlit structure. This allows to greatly raise of a tribological behavior of a strengthening surface of parts. A carbon addition to a heat carrier provides a high dispersion of the surface, its evenness over the surface, the reduce of internal stresses and the exception of microfissures in the parts.

Moreover, the researches has shown that the addition of carbon in the composition for the carboboronizing greatly accelerates of this process and presents a promising element in manufacturing and renovation of machinery parts from different sorts of metal.

KEY WORDS: CARBOBORONIZING, INTERNAL STRESSES, FULLERENE, PHASES AND STRUCTURES, MICROFISSURES.

РЕФЕРАТ

Дмитриченко Н.Ф. Карбоборирование деталей из низкоуглеродистых сталей / Н.Ф. Дмитриченко, О.П. Левковский, В.Н. Ткачук, Л.П. Барилович, А.Д. Дулеба // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

Современное производство и ремонт машин требуют дальнейшей разработки новых технологий и материалов для упрочнения деталей, повышения их ресурса и экономической эффективности. В результате исследований, проведенных в Национальном транспортном университете, связанных с борированием и карбоборированием, разработан новый, перспективный состав смеси для современной технологии диффузионного упрочнения – карбоборирование.

Карбоборирование – это процесс одновременного диффузионного насыщения поверхности металлической детали бором и углеродом. Для этой технологии нами был впервые разработан порошковый состав карбоборосодержащей смеси, который включает карбид бора B_4C (72...77%), буры $Na_2B_4O_7$ (12...17%), фтористого лития LiF (7...12%) и дополнительно атомно-молекулярного углерода, в том числе фуллеренов, в количестве от 30 до 60% общей массы выше указанных компонентов.

В результате исследований получили на поверхности детали двухслойное карбоборопокрытие высокого качества. Твердость поверхностного слоя достигает $HRC\ 70...80$.

Карбоборидная поверхность состоит из фазы карбидов бора (низко- и высокобористой) и структуры зернистого перлита. Это позволяет значительно повысить трибологические свойства упрочненной поверхности детали. Добавки углерода в смесь обеспечивают высокую дисперсность покрытия, его равномерность на всей поверхности и снижение внутренних напряжений и исключение микротрещин в детали.

Исследования, кроме того, показали, что добавка углерода в состав для карбоборирования значительно ускоряет этот процесс и является перспективной при производстве и восстановлении деталей машин из разных металлов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: КАРБОБОРИРОВАНИЕ, ВНУТРЕННИЕ НАПРЯЖЕНИЯ, ФУЛЛЕРЕНЫ, ФАЗЫ И СТРУКТУРЫ.

АВТОРИ:

Дмитриченко Микола Федорович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, ректор університету, завідуючий кафедрою виробництва, ремонту та матеріалознавства, e-mail: dmitrichenko@ntu.edu.ua, тел. (044) 280-82-03, Україна 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 318.

Левківський Олександр Петрович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, тел. (044) 280-98-05, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 103.

Ткачук Володимир Микитович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, тел. (044) 280-54-95, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 506.

Барілович Леонід Павлович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, тел. (044) 280-54-95, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 506.

Дулеба Андрій Дмитрович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, тел. (044) 280-98-05, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 107.

AUTHORS:

Dmytrychenko Mykola Fedorovych, Doctor of Science in Technology, professor, National Transport University, university rector, head of the Department of Manufacturing, Repair and Materials Engineering, e-mail: dmitrichenko@ntu.edu.ua, tel. (044) 280-82-03, Ukraine 01010, Kyiv, Suvorov 1, r.318.

Levkivskiy Oleksandr Petrovych, Doctor of Science in Technology, professor, National Transport University, professor of the Department of Manufacturing, Repair and Materials Engineering, tel. (044) 280-98-05, Kyiv, Suvorov 1, r. 103.

Tkachuk Volodymyr Mykytovych, PhD in Technical Sciences, National Transport University, associate professor of the Department of Manufacturing, Repair and Materials Engineering, tel. (044) 280-54-95, Kyiv, Suvorov 1, r. 506.

Barylovych Leonid Pavlovych, PhD in Technical Sciences, National Transport University, associate professor the Department of Manufacturing, Repair and Materials Engineering, tel. (044) 280-54-95, Kyiv, Suvorov 1, r. 506.

Duleba Andriy Dmytrovych, PhD in Technical Sciences, National Transport University, associate professor of the Department of Manufacturing, Repair and Materials Engineering, tel. (044) 280-98-05, Kyiv, Suvorov 1, r. 107.

АВТОРЫ:

Дмитриченко Николай Федорович, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, ректор университета, заведующий кафедрой производства, ремонта и материаловедения, тел. (044) 280-82-03, Украина 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 318.

Левковский Александр Петрович, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, профессор кафедры производства, ремонта и материаловедения, тел. (044) 280-98-05, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 103.

Ткачук Владимир Никитович, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры производства, ремонта и материаловедения, тел. (044) 280-98-05, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 506.

Барілович Леонід Павлович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, тел. (044) 280-98-05, г. Київ, вул. Суворова 1, к. 506.

Дулеба Андрей Дмитриевич, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры производства, ремонта и материаловедения, тел. (044) 280-98-05, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 107.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Кузнєцов Ю.М., доктор технічних наук, професор, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», професор кафедри конструювання верстатів та машин, Київ, Україна.

Сахно В.П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри автомобілів, Київ, Україна.

REVIEWER:

Kuznetsov Y.M., Doctor of Science in Technology, professor, National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», professor of the Department of Machine Tools and Machinery Systems, Kyiv, Ukraine.

Sakhno V.P., Doctor of Science in Technology, professor, National Transport University, head of the Automobile Department, Kyiv, Ukraine.

ОФИСИ ТРАНСФЕРУ ТЕХНОЛОГІЙ У ВНЗ УКРАЇНИ

Дятчик Д. І., Національний транспортний університет, Київ, Україна
Покшевніцька Т. В., Національний транспортний університет, Київ, Україна

THE TECHNOLOGY TRANSFER OFFICES IN THE UNIVERSITIES OF UKRAINE

Dyatchyk Danylo I., National Transport University, Kyiv, Ukraine.
Pokshevnitskaya Tatyana V., National Transport University, Kyiv, Ukraine.

ОФИСЫ ТРАНСФЕРА ТЕХНОЛОГИЙ В ВУЗ УКРАИНЫ

Дятчик Д. И., Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Покшевніцкая Т. В., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

В розвинутих країнах трансфер технологій та науково-технічне співробітництво мають суттєвий вплив на розвиток економіки, визначають можливості технологічного процесу та конкурентоспроможності. Відпрацювання ефективних механізмів для комерціалізації науково-технічних розробок і технологій вищих навчальних закладів, можливе шляхом впровадження уніфікованої методології трансферу технологій з врахуванням галузевих особливостей та потреб ринку, а також автоматизації роботи учасників галузевих систем трансферу технологій, як ланок інноваційної інфраструктури України, галузевих сегментів Національної мережі трансферу технологій[1]. У провідних зарубіжних університетах набула поширення модель організації трансферу технологій шляхом створення спеціальних підрозділів, які називаються офісами трансферу технологій.

Аналіз фахових видань вказує на те, що поняття «офіс трансферу технологій» достатньо нове і не повністю розкрито в літературі.

Основною особливістю західного офісу трансферу технологій є створення повного інноваційного ланцюга, що дозволяє повністю супроводжувати проект від ідеї до створення малого підприємства. Офіси трансферу технологій працюють за стандартною схемою. На етапі ідеї проводиться попередня оцінка попиту технології на ринку, перевірка можливостей захисту. По закінченню дослідної роботи проводиться повний маркетинговий аналіз, що включає пошук потенційних покупців. В разі визнання розробки перспективною, визначним моментом вважається отримання патенту. Наступний етап – рішення про форму трансферу: укладання ліцензійного договору, створення дочірньої компанії, спільного підприємства, продаж патенту. У разі, якщо вчений вирішує самостійно розвивати підприємство, в офісі трансферу технологій йому допомагають скласти бізнес план, зареєструвати компанію, розрахувати собівартість, знайти постачальників та покупців. В деяких країнах трансфер технологій зведений законом до статусу третьої місії університетів – поряд з навчанням та науково-дослідною роботою [2].

Процес трансферу технологій у вищих навчальних закладах України можна поділити на такі етапи [3]:

- Розробка стратегії.
- Визначення технологій для трансферу.
- Маркетинг.
- Вибір механізмів для трансферу технологій.
- Здійснення трансферу.

Перший етап – розробка стратегії, який передбачає інтеграцію трансферу технологій в стратегію розвитку ВНЗ.

Другий етап в роботі університетського офісу трансферу технологій є оцінка потенціалу розробки – технологічний аудит (ТА). Основна мета такого аудиту - об'єктивна оцінка технологій, які в подальшому могли б бути реалізовані на комерційних засадах. ТА дає змогу в повній мірі визначити напрями та результати досліджень, що мають комерційний потенціал та потенціал трансферу. Методи ТА, розроблені в організаціях, що спеціалізуються на оцінці технологій, часто недоступні для громадськості, а іноді є комерційною таємницею.

Пропонуємо взяти за основу проведення ТА метод, який був розроблений Алістером Бреттом, генеральним менеджером програми "Міжнародний Інкубатор Технологій"[4]. В цьому методі зазначено, що ключовим елементом процесу аудиту є аналіз наукової організації для комерційного використання результатів науково-дослідних робіт.

Пропонується оцінювати технології за балами, наприклад від 0 до 5, за потенціалом комерціалізації та потенціалом трансферу [5]. Дані заносяться до таблиці (Таб. 1):

Таблиця 1 – Блоки оцінки технологій

	<i>Технологія 1</i>	<i>Технологія 2</i>
Потенціал комерціалізації		
Собівартість розробки		
Конкурентні переваги		
Наявність ринку		
Сумарна оцінка потенціалу комерціалізації		
Потенціал трансферу		
Готовність технології до трансферу		
Сумісність з існуючими технологіями		
Технологія варта уваги з ринкової точки зору		
Сумарна оцінка потенціалу трансферу		
Сумарна оцінка		

Собівартість розробки – чим нижче собівартість розробки, тим вищий вона має потенціал комерціалізації.

Конкурентні переваги – необхідно оцінювати технологію, беручи до уваги основні економічні переваги від використання технології, експлуатаційні якості, легкість використання, потреба в спеціальному досвіді для впровадження технології.

Наявність ринку – необхідно виявити наявність потенційних споживачів технології.

Готовність технології до трансферу – основними параметрами оцінювання є поточна стадія розвитку технології (НДР, лабораторні випробування, макет, дослідний зразок, промисловий зразок, можливо проведені маркетингові дослідження і є бізнес-план), права інтелектуальної власності (подана заявка на патент, патент отриманий, авторські права (copyright), секрети виробництва (know-how), ексклюзивне право (exclusive rights).

Сумісність з існуючими технологіями – враховується наскільки технологія або складова технології сумісна з існуючими технологіями.

Технологія варта уваги з ринкової точки зору – визначальний фактор при трансфері технології. Технології з більшим потенціалом (застосування в різних галузях, технологічних процесах) більш стійкі на ринку.

В таблиці приведені базові параметри, за якими можна проводити оцінку потенціалу комерціалізації та трансферу технологій. За результатами, отриманими після заповнення таблиці та підрахунку балів, отримуємо уявлення, яким технологіям необхідно надати перевагу в першу чергу для роботи з нею по трансферу технологій. Для проведення технологічного аудиту необхідно отримати дозвіл автора.

Наступний етап "Маркетинг" – надає змогу просування технології з найбільшим комерційним потенціалом. На цьому етапі Офіс трансферу технологій також забезпечує розповсюдження інформації про створені технології. Обмін технологічною інформацією в мережах трансферу технологій відбувається шляхом розміщення в електронній платформі мережі профілю технології, у якому розкриті її науково-технічні можливості, економічні аспекти, бізнес інтереси та механізми управління. Профілі технологій можуть бути представлені у формі технологічних пропозицій, що робить їх основними комерційними структурованими описами технологій, які забезпечують їх просування до споживача на ринок. Структура технологічних профілів містить достатній обсяг інформації для привернення уваги та першого ознайомлення із пропонованою або шуканою технологією. При підготовці технологічного профілю для мережі трансферу технологій

використовують методологію, стандарти та моделі Європейської мережі «релей-центрів» (Innovation Relay Centers – IRC network, з 2008 року – EEN) [6], Російської мережі трансферу технологій RTTN [7] та Української мережі трансферу технологій UTTN [8]. Використання методичних матеріалів по підготовці технологічних пропозицій є необхідним [9].

Вибір механізмів для трансферу технологій передбачає оптимізацію механізму трансферу.

Здійснення трансферу – заключний етап. Під час передачі (трансферу) технологій укладаються договори, визначені Цивільним кодексом України, щодо розпорядження майновими правами інтелектуальної власності з урахуванням вимог статті 19 Закону України «Про державне регулювання діяльності у сфері трансферу технологій»[10]. Разом з договором про трансфер технологій можуть укладатися договори про:

1) гарантії осіб, які передають технології та їх складові, стосовно можливості досягнення економічних показників і виробництва продукції із застосуванням цих технологій та складових;

2) гарантії осіб, які передають технології та їх складові, стосовно конфіденційності та нерозголошення інформації третім особам;

3) проведення комплексу інженерних, екологічних або інших робіт, необхідних для застосування технологій та їх складових;

4) обслуговування обладнання.

В цілому, функціонування офісу трансферу технологій в структурі ВНЗ направлено на підвищення ефективності науково-технічної роботи, залученню до науково-дослідних робіт малих і середніх підприємств, прискорення процесу комерціалізації технологій, а також на забезпечення умов і можливостей для створення наукоємних підприємств, забезпечення взаємодії між наукою та промисловістю.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Національна мережа трансферу технологій [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://nttn.org.ua/?idm=1&lng=1> - Заголовок з екрана.

2. Теребова С.В. Трансфер технологий как элемент инновационного развития экономики // С.В. Теребова // Проблемы развития территории. – 2010.

3. Шапошников А.А. Этапы трансфера технологий в вузе/НИИ. [Електронний ресурс]/ Шапошников А.А. // Журнал «Инновации» - 2004 – Режим доступу: <http://stra.teg.ru/lenta/innovation/1965> - Заголовок з екрана.

4. Бретт А. Оценка коммерциализуемости технологий // А. Бретт // Коммерциализация технологий. Мировой опыт – российским регионам. – М.: Moscow News, 1995.

5. Титов В.В. Трансфер технологий. [Электронний ресурс] // Титов В.В. // Учебное пособие для заочного курса «Технологический менеджмент» - 2000 – Режим доступу: <http://anataz.narod.ru/science/index.html> - Заголовок з екрана.

6. Enterprise Europe Network [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://een.ec.europa.eu/services/technology-transfer>. - Заголовок з екрана.

7. Російська мережа трансферу технологій RTTN [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.rtt.ru/about> - Заголовок з екрана.

8. В.С. Лисенко, С. О. Єгоров. Передумови та методологічні основи створення і розвитку в Україні мережі трансферу технологій. // Математичні машини і системи, 2008 № 1.

9. Методичні матеріали по підготовці технологічних пропозицій // Національна мережа трансферу технологій [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.nttn.org.ua/?idm=5&lng=1> - Заголовок з екрана.

10. Закон України Про державне регулювання діяльності у сфері трансферу технологій від 14.09.2006 № 143-V [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/143-16> - Заголовок з екрана.

REFERENCES

1. National technology transfer network [Electronic resource]. Mode of access: <http://nttn.org.ua/?idm=1&lng=1> - Title from the screen. (Ukr)

2. Trebova S. C. technology transfer as an element of innovation development of economy // S. C. Trebova // problems of development of the territory. - 2010. (Rus)

3. Shaposhnikov, A. A. Stages of technology transfer at the University/Institute. [Electronic resource]/ Shaposhnikov, A. A. // Journal "Innovation" - 2004 - Mode of access: <http://stra.teg.ru/lenta/innovation/1965> - Title from the screen. (Rus)

4. Brett A. Evaluation of commercialized technologies // A. Brett // Commercialization of technologies. Global experience - Russian regions. - M.: Moscow News, 1995. (Rus)
5. Titov Century Century technology transfer. [Electronic resource] // Titov Century. Century. // Training manual for distance course "Technology management" - 2000 - Mode of access: <http://anataz.narod.ru/science/index.html> - Title from the screen. (Rus)
6. Enterprise Europe Network [Electronic resource]. Mode of access: <http://een.ec.europa.eu/services/technology-transfer>. - Title from the screen. (Eng)
7. The Russian network of technology transfer RTTN [Electronic resource]. Mode of access: <http://www.rttt.ru/about> - Title from the screen. (Rus)
8. C. S. Lysenko, S. O. Egorov. Background and methodological bases of creation and development in Ukraine network of technology transfer. // Mathematical machines and systems, 2008 No. 1. (Rus)
9. Methodological materials for the preparation of technical proposals /national technology transfer network [Electronic resource]. Mode of access: <http://www.nttn.org.ua/?idm=5&lng=1> - Title from the screen. (Ukr)
10. The law On state regulation of activities in technology transfer from 14.09.2006 there No. 143-V [Electronic resource]. Mode of access: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/143-16> - Title from the screen. (Eng)

РЕФЕРАТ

Дятчик Д.І. Офіси трансферу технологій у ВНЗ України / Д.І. Дятчик, Т.В. Покшевницька // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

В статті наведені принципи створення офісів трансферу технологій у ВНЗ в західних країнах. Визначено, що для повноцінного залучення ВНЗ України до інноваційного процесу, комерціалізації та трансферу технологій є необхідним створення структурних підрозділів. Необхідність актуалізації науково-дослідних робіт та визначення перспективних, з точки зору комерціалізації, технологій, створених у ВНЗ. Запропоновані етапи трансферу технологій, метод проведення технологічного аудиту технологій в ВНЗ для оцінки комерційного потенціалу та потенціалу трансферу для організації подальшої їх комерціалізації без залучення сторонніх експертів. Визначено, що головним принципом розробки технологічних пропозицій є дотримання методології та стандартів Європейської мережі «релей-центрів» (Innovation Relay Centers – IRC network, з 2008 року – EEN), Російської мережі трансферу технологій RTTN та Української мережі трансферу технологій UTTN.

Мета дослідження полягає у висвітленні основних засад створення офісів трансферу технологій.

Актуальність даної статті зумовлена необхідністю аналізу роботи структурних підрозділів в університетах та визначенні основних етапів трансферу технологій.

Результати статті можуть бути використані при створенні офісу трансферу технологій, як структурного підрозділу у вищих навчальних закладах України.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ОФІС ТРАНСФЕРУ ТЕХНОЛОГІЙ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АУДИТ ТЕХНОЛОГІЙ, ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОПОЗИЦІЇ.

ABSTRACT

Dyatchyk D.I., Pokshevnitskaya T.V. The technology transfer offices in the universities of Ukraine. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

The article outlines the principles of opening the technology transfer offices in the universities of west countries. It's defined that for full-scale inclusiveness of High Education Institutions to the innovation process, commercialization and technology transfer is necessary to create the structural divisions. It is necessary to upgrade the science and research works selecting the most perspective ones from the point of view of commercialization and technologies, invented in the HEI. The proposed stages of technology transfer, the method of technology audit of the technologies for assessment of commercialization potential as well as transfer potential for its further commercialization without involvement of outside experts. It's defined that the main principle of elaboration of technology propositions is compliance with standards and methodology of European network of Relay-Centers.

KEYWORDS: TECHNOLOGY TRANSFER OFFICE, TECHNOLOGY AUDIT OF THE TECHNOLOGIES, TECHNOLOGY PROPOSITIONS.

РЕФЕРАТ

Дятчик Д.И. Офисы трансфера технологий в ВУЗ Украины / Д.И. Дятчик, Т.В. Покшевницкая // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье приведены принципы создания офисов трансфера технологий в ВУЗ в западных странах. Установлено, что для полноценного вовлечения вузов Украины в инновационный процесс, коммерциализацию и трансфер технологий необходимо создание структурных подразделений. Необходимость актуализации научно-исследовательских работ и определение перспективных, с точки зрения коммерциализации, технологий, созданных в вузах. Предложены этапы трансфера технологий, метод проведения технологического аудита технологий в вузах для оценки коммерческого потенциала и потенциала трансфера с целью их коммерциализации без привлечения сторонних экспертов. Определено, что главным принципом разработки технологических предложений является соблюдение методологии и стандартов Европейской сети «релей-центров» (Innovation Relay Centers - IRC network, с 2008 года - EEN), Российской сети трансфера технологий RTTN и Украинской сети трансфера технологий UTTN.

Цель исследования заключается в освещении основных принципов создания офисов трансфера технологий.

Актуальность данной статьи обусловлена необходимостью анализа работы структурных подразделений в университетах и определении основных этапов трансфера технологий.

Результаты статьи могут быть использованы при создании офиса трансфера технологий, как структурного подразделения в высших учебных заведениях Украины.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ОФИС ТРАНСФЕРА ТЕХНОЛОГИЙ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АУДИТ ТЕХНОЛОГИЙ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ.

АВТОРИ:

Дятчик Данило Ігорович, Національний транспортний університет, інженер 1 категорії кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, e-mail: danildyatchik@gmail.com, тел. +380672337963, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 110.

Покшевницька Тетяна Василівна, Національний транспортний університет, технік 1 категорії кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, e-mail: officenttn@gmail.com, тел. +380661552828, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 110.

AUTHORS:

Dyatchyk Danylo I., National Transport University, 1 category engineer department of manufacturing, repair and materials, e-mail: danildyatchik@gmail.com, tel. +380672337963, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 110.

Pokshevnitskaya Tatyana V., National Transport University, 1 category technician department of manufacturing, repair and materials, e-mail: officenttn@gmail.com, tel. +380661552828, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 110.

АВТОРЫ:

Дятчик Даниил Игоревич, Национальный транспортный университет, инженер 1 категории кафедры производства, ремонта и материаловедения, e-mail: danildyatchik@gmail.com, тел. +380672337963, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 110.

Покшевницкая Татьяна Васильевна, Национальный транспортный университет, техник 1 категории кафедры производства, ремонта и материаловедения, e-mail: officenttn@gmail.com, тел. +380661552828, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 110.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Машков О.А., доктор технічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, проректор з наукової роботи Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління.

Аль-Амморі А. Н., доктор технічних наук, професор кафедри інформаційних систем і технологій Національного транспортного університету.

REVIEWER:

Mashkov O.A., Doctor of engineering, Professor, Honored statesman of science and technology, vice rector of State environmental academy of post-diploma education and management.

Al-Amorri A.N., Doctor of engineering, Professor, department of information systems and technologies National Transport University.

СТВОРЕННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ТРАНСФЕРУ ЕНЕРГО-
ТА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ РОЗВИТКУ
ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ

Егоров С.О., Центр трансферу технологій Академії технологічних наук України, Київ, Україна
Рудницький Є.А., Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління
Міністерства екології та природних ресурсів України, Київ, Україна
Дятчик Д.І., Національний транспортний університет, Київ, Україна

CREATION AND IMPLEMENTATION OF THE SYSTEM OF TRANSFER OF ENERGY
AND RESOURCE SAVING TECHNOLOGIES FOR THE DEVELOPMENT
OF ROAD TRANSPORT COMPLEX OF UKRAINE

Iehorov S.O., Center of Technology Transfer of the Academy of Technological Sciences of Ukraine,
Kiev, Ukraine
Rudnyckij E. A., State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management of the
Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine
Diatchyk D.I., National Transport University, Kyiv, Ukraine

СОЗДАНИЕ И ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ ТРАНСФЕРА ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ
ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РОЗВИТКУ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА УКРАИНЫ

Егоров С.А., Центр трансфера технологий Академии технологических наук Украины, Киев,
Украина
Рудницкий Е.А., Государственная экологическая академия последипломного образования и
управления Министерства экологии и природных ресурсов Украины, Киев, Украина
Дятчик Д.И., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Забезпечення економічного відновлення є основним завданням, поставленим на державному рівні [1]. Сьогодення вимагає закладення основ кардинальної реструктуризації економіки в напрямі інноваційної моделі розвитку. Все це неможливо без поглиблення інноваційних процесів у всіх сферах суспільного життя країни. Економічна та політична безпеки кожної країни залежить від рівня конкурентоспроможності її економіки на світовому ринку. Більшість підприємств практично вичерпали резерви для нарощування випуску продукції. У той же час досвід провідних підприємств різних галузей засвідчує, що забезпечення приросту обсягів виробництва залежить від вчасного перепрофілювання на випуск принципово нових видів продукції. Сьогодні не треба проводити якихось складних наукових досліджень, щоб побачити, що серед факторів забезпечення конкурентних переваг з кожним роком все більш вагомого значення набуває інноваційне лідерство як результат випереджаючого застосування у виробництві результатів наукової та науково-технічної діяльності. З цих причин трансфер технологій на вітчизняних підприємствах набуває особливої актуальності. Саме трансфер інноваційних технологій дозволить прискорити технологічний розвиток підприємств та відновити їх потужності, що підвищить конкурентоспроможність вітчизняних продуктів та зменшить їх ціни. Впровадження та комерціалізація конкурентоспроможних передових технологій, ефективний технологічний обмін розширить можливості високотехнологічного експорту та імпорту, сприятиме налагодженню техніко-економічного співробітництва між Україною та зарубіжними державами. Успішний процес інтеграції України в світове економічне співтовариство не можливий без координації зусиль з випуску якісної та безпечної продукції. Успіх іноземних країн зумовлює необхідність вивчення іноземного досвіду, зокрема щодо створення центрів трансферу технологій.

Проблеми забезпечення ефективного трансферу технологій як невід'ємної складової інноваційної діяльності знайшли своє відображення у працях багатьох вітчизняних та іноземних науковців, таких як О. Андросова, П. Іжевський, О. Пічкур, В. Соловійов, Л. Федулова, Н. Чумаченко, Н. Чухрай, Д. Бенкета, М. Богуславський, С. Валдайцева, М. Кондо, К. Маскуса, Б. Санто, Д. Тіса, Н. Фонштейна, Д. Форда, І. Френкеля. Незважаючи на значний внесок вищезазначених науковців у

розробку цієї тематики, існують проблеми, які потребують подальших досліджень для досягнення практичного результату.

Ще нещодавно в такій економічно розвинутій країні Сполучені Штати Америки точилися дискусії як перетворити винаходи на гроші. Сьогодні американські університети виступають економічними двигунами, виконуючи наукові дослідження, які створюють нові галузі промисловості, сприяють економічному зростанню і тримають Сполучені Штати конкурентоспроможними на світовому ринку. Що ж саме призвело країну до такого успіху. Відповідь проста – створення на базі вищих навчальних закладів наукових центрів та всебічна їх підтримка на державному рівні. Головна мета таких утворень це створення реального «мосту» між університетською наукою і промисловістю [2].

Аналіз проблем організації процесу комерціалізації науково-технічних результатів діяльності вищих навчальних закладів (ВНЗ) України свідчить про недосконалість, нерозвиненість ланки і механізму комерціалізації завершених науково-технічних розробок і технологій. Це обумовлює потребу у формуванні в ВНЗ відповідних ланок інноваційної інфраструктури та / або удосконаленні існуючих організаційних процесів та відпрацюванні ефективних механізмів для комерціалізації знань і технологій.

Для вирішення цих проблем фахівцями Національного транспортного університету та Національної мережі трансферу технологій в 2014-2015 роках реалізується проект «Створення та впровадження системи трансферу енерго- та ресурсозберігаючих технологій для розвитку дорожньо-транспортного комплексу України», який сприятиме не тільки встановленню технологічного співробітництва між організаціями науково-освітньої сфери, компаніями і підприємствами дорожньо-транспортної галузі, але й створить можливості для поширення отриманого досвіду та розробленого інструментарію між іншими ВНЗ України [3].

В рамках даного проекту передбачається створення системи трансферу енергозберігаючих технологій для розвитку дорожньо-транспортного комплексу, з використанням досвіду роботи Національної мережі трансферу технологій (далі – НМТТ).

НМТТ будується відповідно до принципів єдності форматів технологічної інформації, якою обмінюються між собою учасники національної мережі трансферу технологій, методологічної сумісності з Європейською мережею підприємств (EEN), орієнтації на професійних учасників процесу трансферу технологій, контролю якості вхідної інформації, відкритості мережі для нових учасників. Для учасників та організацій, що мають намір працювати в НМТТ, проводяться навчальні семінари, протягом яких фахівці організацій отримують теоретичні знання і практичні навички методології роботи із використанням сучасного інструменту трансферу технологій - електронної платформи UTTN [4].

Слід відмітити, що згідно Плану заходів з імплементації Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, до грудня 2015 року, передбачена інтеграція Національної мережі трансферу технологій до європейських мереж. Згідно мінімальних стандартів та керівних принципів для створення Національних контактних пунктів (НКП) у рамках Горизонт 2020, буде впроваджена співпраця між Україною та Мережею європейських підприємств (Enterprise Europe Network - EEN) з оглядом на національні обставини. Це буде включати дискусійні семінари (workshops) для малих та середніх підприємств (МСП), особливо для нових підприємств-учасників, яке спрямовує потенційних учасників до найбільш підходящих послуг. Більшість вищих навчальних закладів в переліку Національних контактних пунктів рамкової програми ЄС Горизонт 2020, затвердженого Наказом Міністерства освіти і науки України №1802 від 20.12.2013р., є сертифікованими членами НМТТ. В процесі інтеграції, Національна мережа трансферу технологій об'єднає під своїм патронатом всіх учасників інноваційної інфраструктури України [5].

Система трансферу енерго- та ресурсозберігаючих технологій для розвитку дорожньо-транспортного комплексу України буде інтегрована до Національної мережі трансферу технологій, а Національний транспортний університет, як учасник НМТТ, забезпечить доступ до своїх науково-технічних розробок всім зацікавленим особам на національному та міжнародному рівнях.

В рамках реалізації проекту автори пропонують створити в Національному транспортному університеті Університетський Офіс з Трансферу Технологій (далі - Офіс) у формі робочого органу при ректораті для організації робіт з питань комерціалізації науково-технічних розробок і надання послуг з трансферу технологій іншим учасникам НМТТ та її клієнтам.

Офіс матиме можливість самостійно, в межах власної спеціалізації, або з залученням інших учасників мережі НМТТ надавати наступні послуги:

- розміщення інформації в Національній мережі трансферу технологій, міжнародних мережах комерціалізації (технологічні запити та пропозиції);

- надання послуг технологічного брокера в мережі трансферу технологій;
- пошук перспективних проектів за замовленням інвестора;
- пошук інвесторів і партнерів для реалізації інноваційних проектів;
- пошук для замовника технологічних рішень, нових технологій і продуктів;
- просування та супровід пропозиції (запиту) замовника;
- комплексні послуги мережевого трансферу (від технологічного аудиту та маркетингу до просування і супроводу пропозиції/запиту замовника).

Співробітники ВНЗ, що беруть участь в мережі НМТТ в якості експертів, за допомогою Офісу надаватимуть послуги експертизи інноваційних проектів:

- науково-технічна експертиза пропозицій і проектів;
- оцінка працездатності запропонованих технологій і пристроїв;
- оцінка інноваційного та комерційного потенціалу пропозиції або проекту в сфері наукомістких технологій;
- формування короткою анотації, резюме або опису пропозиції або проекту;
- надання висновку щодо інноваційних пропозицій і проектів у сфері наукомістких технологій.

Успішність комерціалізації залежить не тільки від перспективності технології. Багато що залежить від ситуації на ринку. Одним з маркетингових інструментів Офісу буде інформаційно-комунікаційна платформа, за допомогою якої:

- партнерам та потенційним замовникам послуг Офісу надаватиметься інформація з питань, пов'язаних з дорожньо-транспортною галуззю, пропозиції (технологічні профілі) щодо комерціалізації закінчених науково-дослідних робіт та можливостей спільного впровадження у виробництво інноваційних розробок тощо.
- науковим співробітникам університету, учасникам системи трансферу енерго- та ресурсозберігаючих технологій для розвитку дорожньо-транспортного комплексу України – запиту від підприємств та маркетинговий аналіз потреб галузевого ринку технологій.

Таким чином, на базі Національного транспортного університету, буде відпрацьована методологія роботи типового Університетського Офісу трансферу технологій та організаційна структура взаємодії елементів в галузевій системі трансферу технологій з подальшим поширення досвіду з вирішення проблем комерціалізації університетських розробок та вирішення проблем організації процесу комерціалізації технологій серед інших ВНЗ дорожньо-транспортного комплексу України та суміжних галузей. Взаємодія між галузевими ВНЗ і промисловістю, сприятиме підйому інноваційних можливостей і посиленню конкурентоспроможності перед іноземними компаніями не тільки крупних підприємств, але й значна увага буде приділятися потребам малих і середніх компаній. Необхідно прискорити створення центрів трансферу технологій при вищих навчальних закладах України з метою ефективного управління існуючими та створеними у майбутньому результатами наукової і науково-технічної діяльності, їх успішної комерціалізації та створити принципово нову схеми взаємодії між університетською наукою і промисловістю з урахуванням потреб ринку та економіки країни в цілому.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 16 квітня 2014 р. № 385-р.
2. Popp Berman E. Creating the Market University: How Academic Science Became an Economic Engine. Princeton University Press, 2012. P.-265.
3. В.С. Лисенко, С. О. Єгоров. Передумови та методологічні основи створення і розвитку в Україні мережі трансферу технологій. // Математичні машини і системи – 2008.
4. В.С. Лисенко, С. О. Єгоров. Побудова в Україні національної інноваційної мережі у сфері трансферу технологій // Математичні машини і системи – 2010.
5. Лисенко В.С., Єгоров С.О., Грицай А.Я., Рудницький Є.А. Досвід створення в Україні національної інтегрованої системи трансферу технологій // Математичні машини і системи – 2013.

REFERENCES

1. Rozporiadzhennia Cabinet Ministru Ukraine from 16 quitna 2014 R. No. 385-R.(Ukr)
2. Popp Berman E. Creating the Market University: How Academic Science Became an Economic Engine. Princeton University Press, 2012. P-265.(Eng)
3. C. S. Lysenko, S. O. Egorov. Background and methodological bases of creation and development in Ukraine network of technology transfer. // Mathematical machines and systems, 2008 No. 1. (Rus)

4. C. S. Lysenko, S. O. Gorov. Pobudowa in Ukraine national innovacio Meri in the field of technology transfer // Mathematical machines and systems - 2010.(Rus)

5. Lisenko C. S., Gorov S. O., Gritsay A. J., Rudnicki E.A. Dosvid stvorennja in Ukraine national integrovano systems technology transfer // Mathematical machines and systems - 2013.(Rus)

РЕФЕРАТ

Єгоров С.О. Створення та впровадження системи трансферу енерго- та ресурсозберігаючих технологій для розвитку дорожньо-транспортного комплексу України / С.О. Єгоров, С.А. Рудницький, Д.І. Дятчик // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

Встановлено, що саме трансфер інноваційних технологій дозволить прискорити технологічний розвиток підприємств та відновити їх потужності, що підвищить конкурентоспроможність вітчизняних продуктів та зменшить їх ціни. Впровадження та комерціалізація конкурентоспроможних передових технологій, ефективний технологічний обмін розширить можливості високотехнологічного експорту та імпорту, сприятиме налагодженню техніко-економічного співробітництва між Україною та зарубіжними державами. Недосконалість, нерозвиненість ланки і механізму комерціалізації завершених науково-технічних розробок і технологій вищих навчальних закладів України обумовлює потребу у формуванні в ВНЗ відповідних ланок інноваційної інфраструктури та / або удосконаленні існуючих організаційних процесів та відпрацюванні ефективних механізмів для комерціалізації знань і технологій. Створення системи трансферу енерго- та ресурсозберігаючих технологій сприятиме підвищенню взаємодії між галузевими ВНЗ і промисловістю, підйому інноваційних можливостей і посиленню конкурентоспроможності перед іноземними компаніями не тільки крупних підприємств, але й значна увага буде приділятися потребам малих і середніх компаній.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ТРАНСФЕР ТЕХНОЛОГІЙ, МЕРЕЖА ТРАНСФЕРУ ТЕХНОЛОГІЙ, СИСТЕМА ТРАНСФЕРУ ТЕХНОЛОГІЙ, ОФІС ТРАНСФЕРУ ТЕХНОЛОГІЙ.

ABSTRACT

Iehorov S.O., Rudnyckij E. A., Diatchyk D.I. Creation and implementation of the system of transfer of energy and resource saving technologies for the development of road transport complex of Ukraine. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

It is determined that transfer of innovative technologies will allow to accelerate the technological development of enterprises and restore their capacity, it will increase the competitiveness of domestic products and reduce their prices. The implementation and commercialization of competitive advanced technology, the efficient technological exchange will enhance the ability of high-tech exports and imports, it will facilitate technical and economic cooperation between Ukraine and foreign countries. the imperfection and lack of links and mechanisms of commercialization of completed research works and technological development of universities of Ukraine stipulates the need to establish appropriate links in the university innovation infrastructure and / or improving the existing organizational processes and effective mechanisms for the commercialization of knowledge and technologies. Creating a system of transfer of energy and resource-saving technologies will enhance cooperation between universities and industry, the increasing of innovative capacities and improvements in competitiveness of not only large enterprises in relations with foreign companies. The considerable attention will be given also to the needs of small and medium sized companies.

KEY WORDS: TECHNOLOGY TRANSFER, TECHNOLOGY TRANSFER NETWORK, TECHNOLOGY TRANSFER SYSTEM, TECHNOLOGY TRANSFER OFFICE.

РЕФЕРАТ

Егоров С.А. Создание и внедрение системы трансфера энерго- и ресурсосберегающих технологий для развития дорожно-транспортного комплекса Украины / С.А. Егоров, Е.А. Рудницький, Д.И. Дятчик // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

Установлено, что именно трансфер инновационных технологий позволит ускорить технологическое развитие предприятий и восстановит их мощности, что повысит конкурентоспособность отечественных продуктов и уменьшит их цены. Внедрение и коммерциализация конкурентоспособных передовых технологий, эффективный технологический

обмен расширит возможности высокотехнологического экспорта и импорта, будет способствовать налаживанию технико-экономического сотрудничества между Украиной и другими государствами. Несовершенство, неразвитость звена и механизма коммерциализации завершённых научно-технических разработок и технологий высших учебных заведений Украины обуславливает потребность в формировании в вузах соответствующих звеньев инновационной инфраструктуры и / или совершенствовании существующих организационных процессов и отработке эффективных механизмов для коммерциализации знаний и технологий. Создание системы трансфера энерго- и ресурсосберегающих технологий будет способствовать повышению взаимодействия между отраслевыми вузами и промышленностью, подъёму инновационных возможностей и усилению конкурентоспособности перед иностранными компаниями не только крупных предприятий, но и значительное внимание будет уделяться потребностям малых и средних компаний.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ТРАНСФЕР ТЕХНОЛОГИЙ, СЕТЬ ТРАНСФЕРА ТЕХНОЛОГИЙ, СИСТЕМА ТРАНСФЕРА ТЕХНОЛОГИЙ, ОФИС ТРАНСФЕРА ТЕХНОЛОГИЙ.

АВТОРИ:

Егоров Сергій Олександрович, к.е.н., директор Центру трансферу технологій Академії технологічних наук України, e-mail: s.yehorov@gmail.com, тел. +380986998177, Україна, 03680, м. Київ, просп. Академіка Глушкова, 42.

Рудницький Євген Анатолійович, молодший науковий співробітник Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління Міністерства екології та природних ресурсів України, e-mail: capital@rudnickyj.com, тел. +380674575423, Україна, 03035, м. Київ, вул. Митрополита Василя Липківського 35, корп. 2.

Дятчик Данило Ігорович, Національний транспортний університет, інженер 1 категорії кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, e-mail: danildyatchik@gmail.com, тел. +380672337963, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 01.

AUTORS:

Iehorov S.O., Ph.D., Director of the Center of Technology Transfer of the Academy of Technological Sciences of Ukraine, e-mail: s.yehorov@gmail.com, tel. +380986998177, Ukraine, 03680, Kyiv, Glushkov ave. 42.

Rudnyckij E. A., junior research assistant of the State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management of the Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine, e-mail: capital@rudnickyj.com, тел. +380674575423, Ukraine, 03035, Kyiv, Mytropolit Vasil Lypkivsky str. 35, building 2.

Diatchyk D. I., National Transport University, 1 category engineer department of manufacturing, repair and materials, e-mail: danildyatchik@gmail.com, tel. +380672337963, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 101.

АВТОРЫ:

Егоров Сергей Александрович, к.э.н., директор Центра трансфера технологий Академии технологических наук Украины, e-mail: s.yehorov@gmail.com, тел. +380986998177, Украина, 03680, г. Киев, проспект Академика Глушкова, 42.

Рудницкий Евгений Анатольевич, младший научный сотрудник Государственной экологической академии последипломного образования и управления Министерства экологии и природных ресурсов Украины, e-mail: capital@rudnickyj.com, тел. +380674575423, Украина, 03035, г. Киев, ул. Митрополита Василия Липковского 35, корп. 2.

Дятчик Даниил Игоревич, Национальный транспортный университет, инженер 1 категории кафедры производства, ремонта и материаловедения, e-mail: danildyatchik@gmail.com, тел. +380672337963, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 101.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Машков О.А., доктор технічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, проректор з наукової роботи Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління.

Аль-Амморі А. Н., доктор технічних наук, професор кафедри інформаційних систем і технологій Національного транспортного університету.

REVIEWER:

Mashkov O.A., Doctor of engineering, Professor, Honored statesman of science and technology, vice rector of State environmental academy of post-diploma education and management.

Al-Ammori A.N., Doctor of engineering, Professor, department of information systems and technologies National Transport University.

ДИФРАКЦІЯ РОЗРИВНОЇ ХВИЛІ НА ПЛОЩИНІ РОЗДІЛУ ДВОХ
АНИЗОТРОПНИХ СЕРЕДОВИЩ З ВІДМІННИМИ ПАРАМЕТРАМИ АНИЗОТРОПІЇ

Заєць Ю.О., Національний транспортний університет, Київ, Україна

DIFFRACTION OF A DISCONTINUOUS WAVE IN A PLANE INTERFACE BETWEEN
TWO ELASTIC ANISOTROPIC MEDIA

Zaets Yu.O., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ДИФРАКЦИЯ РАЗРЫВНОЙ ВОЛНЫ НА ПЛОСКОСТИ РАЗДЕЛА ДВУХ АНИЗОТРОПНЫХ
УПРУГИХ СРЕД С ОТЛИЧАЮЩИМИСЯ ПАРАМЕТРАМИ АНИЗОТРОПИИ

Заец Ю.А., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми.

Останнім часом в світі зростає число техногенних катастроф, котрі зумовлюють масштабні аварії на вибухонебезпечних об'єктах, наслідками яких є загибель людей і серйозні екологічні впливи. Великих руйнувань і трагічних наслідків завдають землетруси, які складають 15% від найбільших стихійних лих світу.

Землетруси можуть викликатись явищами вулканічного характеру, розривами напруження шарів земної кори або штучними вибухами. Зокрема, такі штучні удари використовують при добуванні корисних копалин на великих глибинах. Гірські удари пов'язані з раптовим вивільненням концентровано накопиченої потенціальної енергії пружного стиснення гірських порід, що супроводжуються миттєвим руйнуванням гранично напружених зон вугілля, породи з подальшим проявом деформацій, зміщень і коливань навколишнього масиву порід [1].

При досягненні земної поверхні сейсмічні хвилі породжують поверхневі хвилі, які мають меншу швидкість, але значно збільшують магнітуди переміщень. Крім того, помічено, що часто найвідчутніші ефекти концентруються в деяких зонах на земній поверхні, в яких їх інтенсивність досягає найбільшого значення, одночасно в безпосередній близькості від таких зон динамічні впливи проявляються набагато слабкіше. Оскільки, що до цього часу не розроблено методів прогнозування осередків та часу виникнення землетрусу, тому актуальним постає питання дослідження інтенсивності хвиль та особливостей поширення фронтів таких хвиль. Для дослідження цих явищ зручно застосовувати нульове наближення променевого методу [2, 3]. Променевий метод, відомий як багатомірний метод ВКБ (метод Вентцеля, Крамерса, Брілюена, зазвичай називається скорочено метод ВКБ), – один з основних асимптотичних методів в теорії хвиль. Він не втрачає своєї актуальності, незважаючи на стрімкий ріст популярності числового моделювання, заснованого на розв'язку повних хвильових рівнянь. Особлива привабливість променевого методу полягає в тому, що результати розрахунків, з його допомогою, мають геометричну наочну ілюстрацію та чітку фізичну інтерпретацію [141].

Аналіз досліджень і публікацій.

Розробкою методів екранування сейсмічних хвиль займались Н.С. Смирнова, В.В. Орехов, Х. Негархарда, С.В. Кузнецов, R.D. Woods, E.N. Its, T.W. May та ін. Питанням дифракції пружних хвиль приділяли увагу О.М. Гузь [4], Л.А. Молотков [5], С.А. Назаров [6], І.Т. Селезов [7] та ін., зокрема В.І. Гуляев, П.З. Луговий, Г.М. Іванченко розглядали задачу дифракції фронту плоскої розривної хвилі по вільній поверхні пружного середовища [8, 9].

Задачами променевого методу займались В.М. Бабич, Г.І. Петрашень, А.О. Буренін, Ю.О. Россіхін, Ю.О. Кравцов, Ю.М. Подільчук, Ю.К. Рубцов.

Мета даної роботи полягає в постановці задачі по дифракції розривної хвилі на поверхні розділу двох анізотропних середовищ, а також аналізі отриманих результатів в залежності від зміни параметрів анізотропії.

Основна частина

Нехай два пружних анізотропних середовища I і II з'єднані по площині G . Властивості середовищ визначаються такими механічними параметрами: $\lambda_1, \lambda_2, \mu_1, \mu_2$ – параметри Ламе; ρ_1, ρ_2 – параметри густини. Нехай в середовищі I на площину G під кутом ψ_{1-}^1 падає плоска поздовжня розривна P -хвиля з одиничним значенням розриву поздовжньої швидкості u_{1-} . Прослідкуємо як така хвиля проникає в

середовище II з I та які інтенсивності мають відбиті та заломлені новосформовані хвилі. Розв'язок такої задачі дозволить прослідкувати за змінами інтенсивності падаючої хвилі на поверхні контакту двох анізотропних пружних середовищ та проаналізувати перспективи поєднання двох середовищ з відмінними фізичними властивостями для зменшення впливу розривної хвилі та її руйнівних наслідків. Для виведення рівнянь динамічної взаємодії розривної хвилі з площиною G з'єднання двох середовищ використаємо умову збереження імпульсу і нерозривності швидкостей частинок.

Виділимо на фронті падаючої хвилі ділянку, яка при падінні опирається на відрізок границі середовищ одиничної довжини. Тоді вектор кількості руху у визначеному елементі рівний величині

$$\Delta \vec{Q}_{1-}^1 = \rho_1 \xi_{1-}^1 \Delta t \cos \psi_{1-}^1 \vec{u}_{1-}^1, \quad (1)$$

де ρ_1 – густина середовища I; ξ_{1-}^1 – променева швидкість падаючої хвилі; t – час.

Так як фронт хвилі падає на площину G розділу двох середовищ з різними механічними властивостями, то виникають дві відбиті ($P_{(1+)}$ і $S_{(1+)}$) – хвилі і дві заломлені ($P_{(2+)}$ і $S_{(2+)}$) – хвилі. Тоді імпульси пружних елементів, відповідно відбитих і заломлених хвиль, будуть рівними:

$$\begin{aligned} \Delta \vec{Q}_{1+}^1 &= \rho_1 \xi_{1+}^1 \Delta t \cos \psi_{1+}^1 \vec{u}_{1+}^1; \\ \Delta \vec{Q}_{1+}^2 &= \rho_1 \xi_{1+}^2 \Delta t \cos \psi_{1+}^2 \vec{u}_{1+}^2; \\ \Delta \vec{Q}_{2+}^1 &= \rho_1 \xi_{2+}^1 \Delta t \cos \psi_{2+}^1 \vec{u}_{2+}^1; \\ \Delta \vec{Q}_{2+}^2 &= \rho_1 \xi_{2+}^2 \Delta t \cos \psi_{2+}^2 \vec{u}_{2+}^2. \end{aligned} \quad (2)$$

В свою чергу

$$\vec{u}^{(i)} = \dot{u}^{(i)} \vec{A}^{(i)}, \quad (3)$$

де $\vec{A}^{(i)}$ – вектор поляризації.

Тоді

$$\begin{aligned} \Delta \vec{Q}_{1-}^1 &= \rho_1 \xi_{1-}^1 \Delta t \cos \psi_{1-}^1 \dot{u}_{1-}^1 \vec{A}_{1-}^1; \\ \Delta \vec{Q}_{1+}^1 &= \rho_1 \xi_{1+}^1 \Delta t \cos \psi_{1+}^1 \dot{u}_{1+}^1 \vec{A}_{1+}^1; \\ \Delta \vec{Q}_{1+}^2 &= \rho_1 \xi_{1+}^2 \Delta t \cos \psi_{1+}^2 \dot{u}_{1+}^2 \vec{A}_{1+}^2; \\ \Delta \vec{Q}_{2+}^1 &= \rho_1 \xi_{2+}^1 \Delta t \cos \psi_{2+}^1 \dot{u}_{2+}^1 \vec{A}_{2+}^1; \\ \Delta \vec{Q}_{2+}^2 &= \rho_1 \xi_{2+}^2 \Delta t \cos \psi_{2+}^2 \dot{u}_{2+}^2 \vec{A}_{2+}^2. \end{aligned} \quad (4)$$

Застосовуючи умову збереження імпульсу під час удару $\Delta \vec{Q}_{1-}^1 = \Delta \vec{Q}_{1+}^1 + \Delta \vec{Q}_{1+}^2 + \Delta \vec{Q}_{2+}^1 + \Delta \vec{Q}_{2+}^2$, побудуємо дві рівності в проекціях на осі Ox_1 та Ox_2 . В результаті отримаємо рівності (5) відносно чотирьох невідомих швидкостей $\dot{u}_{1+}^1, \dot{u}_{1+}^2, \dot{u}_{2+}^1, \dot{u}_{2+}^2$:

$$\begin{aligned} &\rho_1 \xi_{1+}^1 \Delta t \cos \psi_{1+}^1 A_{1(1+)}^1 \dot{u}_{1+}^1 + \rho_1 \xi_{1+}^2 \Delta t \cos \psi_{1+}^2 A_{1(1+)}^2 \dot{u}_{1+}^2 + \\ &+ \rho_2 \xi_{2+}^1 \Delta t \cos \psi_{2+}^1 A_{1(2+)}^1 \dot{u}_{2+}^1 + \rho_2 \xi_{2+}^2 \Delta t \cos \psi_{2+}^2 A_{1(2+)}^2 \dot{u}_{2+}^2 = \rho_1 \xi_{1-}^1 \Delta t \cos \psi_{1-}^1 A_{1(1-)}^1 \dot{u}_{1-}^1; \\ &\rho_1 \xi_{1+}^1 \Delta t \cos \psi_{1+}^1 A_{2(1+)}^1 \dot{u}_{1+}^1 + \rho_1 \xi_{1+}^2 \Delta t \cos \psi_{1+}^2 A_{2(1+)}^2 \dot{u}_{1+}^2 + \\ &+ \rho_2 \xi_{2+}^1 \Delta t \cos \psi_{2+}^1 A_{2(2+)}^1 \dot{u}_{2+}^1 + \rho_2 \xi_{2+}^2 \Delta t \cos \psi_{2+}^2 A_{2(2+)}^2 \dot{u}_{2+}^2 = \rho_1 \xi_{1-}^1 \Delta t \cos \psi_{1-}^1 A_{2(1-)}^1 \dot{u}_{1-}^1. \end{aligned} \quad (5)$$

$A_{1(i+)}^{(r)}$ та $A_{2(i+)}^{(r)}$ – проекції векторів поляризації на осі Ox_1 і Ox_2 ($i, r = 1, 2$).

Для виведення ще двох рівнянь використаємо другу умову розв'язку даної задачі – умову нерозривності швидкостей частинок, тобто $\left(\vec{u}_{1-} + \vec{u}_{1+} \right) \Big|_G = \vec{u}_{2+} \Big|_G$. Тоді

$$\begin{aligned} \vec{u}_{1-} &= \dot{u}_{1-}^1 \vec{A}_{1-}^1; \\ \vec{u}_{1+} &= \dot{u}_{1+}^1 + \dot{u}_{1+}^2 = \dot{u}_{1+}^1 \vec{A}_{1+}^1 + \dot{u}_{1+}^2 \vec{A}_{1+}^2; \\ \vec{u}_{2+} &= \dot{u}_{2+}^1 + \dot{u}_{2+}^2 = \dot{u}_{2+}^1 \vec{A}_{2+}^1 + \dot{u}_{2+}^2 \vec{A}_{2+}^2. \end{aligned} \quad (6)$$

Проектуючи співвідношення (6) на осі Ox_1 і Ox_2 , отримуємо рівності:

$$\begin{aligned} -A_{1(1+)}^1 \dot{u}_{1+}^1 - A_{1(1+)}^2 \dot{u}_{1+}^2 + A_{1(2+)}^1 \dot{u}_{2+}^1 + A_{1(2+)}^2 \dot{u}_{2+}^2 &= A_{1(1-)}^1 \dot{u}_{1-}^1; \\ -A_{2(1+)}^1 \dot{u}_{1+}^1 - A_{2(1+)}^2 \dot{u}_{1+}^2 + A_{2(2+)}^1 \dot{u}_{2+}^1 + A_{2(2+)}^2 \dot{u}_{2+}^2 &= A_{2(1-)}^1 \dot{u}_{1-}^1. \end{aligned} \quad (7)$$

Рівняння (5), (6) утворюють систему для визначення чотирьох невідомих величин швидкостей $\dot{u}_{1+}^1, \dot{u}_{1+}^2, \dot{u}_{2+}^1, \dot{u}_{2+}^2$.

Для заданого напрямку руху фронту хвилі, який визначається одиничним вектором $\vec{n}$, знайдемо власні значення рівняння Кристофеля [10]

$$\left| \sum_{k,p}^3 \lambda_{ik,pq} n_k n_p - v^2 \delta_{iq} \right| = 0, \quad (8)$$

де $\lambda_{ki,pq} = C_{ki,pq} / \rho$ – матриця пружних сталих із симетричними елементами $\lambda_{ik,pq} = \lambda_{pq,ik} = \lambda_{ki,pq} = \lambda_{ki,qp}$; n_k – складові орта $\vec{n}$ нормалей.

Вони визначають квадрати швидкостей трьох по-різному поляризованих хвиль $[v_{(r)}]^2$, $r=1,2,3$, причому $v_1^2(\vec{n}) > v_2^2(\vec{n}) \geq v_3^2(\vec{n})$ і $v_1^2(\vec{n})$ – фазова швидкість квазіпоздовжньої хвилі, $v_2^2(\vec{n})$ і $v_3^2(\vec{n})$ – відповідні швидкості квазіпоперечних хвиль.

Для кожного значення фазової швидкості визначимо компоненти вектора поляризації $\vec{A}$ хвилі, розв'язавши систему рівнянь:

$$\sum_{k,p,q}^3 \lambda_{ik,pq} n_k n_p A_q - v^2 A_i = 0, \quad (i=1,2,3). \quad (9)$$

Зазначимо, що незалежно від вибраного напрямку $\vec{n}$ вектори поляризації мають задовольняти умову ортогоналізації

$$\begin{aligned} \vec{A}^{(i)}(\vec{n}) \cdot \vec{A}^{(k)}(\vec{n}) &= 0, \quad (i=k=1,2,3) \\ \vec{A}^{(i)}(\vec{n}) \cdot \vec{A}^{(k)}(\vec{n}) &= 1, \quad (i \neq k=1,2,3). \end{aligned} \quad (10)$$

За допомогою зазначених рівнянь та теоретичних міркувань виконані дослідження явищ перетворення плоскої розривної qP -хвилі при її проходженні границі розділу середовищ з відмінними фізичними властивостями. Визначені значення швидкостей $\dot{u}_{1+}^1, \dot{u}_{1+}^2, \dot{u}_{2+}^1, \dot{u}_{2+}^2$ взаємодії падаючої під різними кутами ψ_{1-}^1 qP -хвилі з площиною розділу G . Прослідкуємо за зміною значень інтенсивностей $qP_{(1+)}$, $qS_{(1+)}$, $qP_{(2+)}$, $qS_{(1+)}$ при зміні параметрів анізотропних середовищ.

Розглянемо в прямокутній системі координат Ox_1, x_2, x_3 однорідні трансверсально-ізотропні середовища з віссю симетрії Ox_2 , які характеризуються тензором пружних сталих.

$$(C_{\alpha\beta}) = \begin{pmatrix} \lambda_i + 2\mu_i & \lambda_i & \lambda_i - l_i & 0 & 0 & 0 \\ \lambda_i & \lambda_i + 2\mu_i - p_i & \lambda_i - l_i & 0 & 0 & 0 \\ \lambda_i - l_i & \lambda_i - l_i & \lambda_i + 2\mu_i & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \mu_i - m_i & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \mu_i & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \mu_i - m_i \end{pmatrix}, \quad (i=1,2) \quad (11)$$

де, l, m, p – параметри анізотропії, які відрізняють середовище від ізотропного з коефіцієнтами Ламе λ і μ . В свою чергу $l_i = l_i^0 \lambda_i$, $m_i = m_i^0 \mu_i$, $p_i = p_i^0 (\lambda_i + 2\mu_i)$. Дослідимо зміну інтенсивності розривної хвилі при зміні параметрів анізотропії. Оберемо досліджуваними середовищами доломіт (I) та вапняк (II), з відповідними параметрами: $\rho_1 = 6600 \text{ кг/м}^3$, $\lambda_1 =$, μ_{1-} , $l_1 = 0,3\lambda_1$, $m_1 = 0,5\mu_1$, $p_1 = 0,1(\lambda_1 + 2\mu_1)$, $\rho_2 = 2420 \text{ кг/м}^3$, $\lambda_2 =$, μ_{2-} , $l_2 = 0,3\lambda_2$, $m_2 = 0,5\mu_2$, $p_2 = 0,1(\lambda_2 + 2\mu_2)$. На рис. 1(а) представлені графіки зміни інтенсивностей швидкостей відбитих $(\dot{u}_{1+}^1, \dot{u}_{1+}^2)$ та заломлених $(\dot{u}_{2+}^1, \dot{u}_{2+}^2)$ хвиль, які сформувались при проходженні границі розділу G між доломітом та вапняком. З малюнку можемо бачити, що швидкість qP_{2+} -хвилі починає зменшуватись приблизно при $\psi_{1-} > 25^\circ$, а швидкість qS_{2+} -хвилі починає помітно зростати лише при $\psi_{1-} > 70^\circ$. Тобто, при $25^\circ < \psi_{1-} < 75^\circ$ можемо говорити про ефект гасіння інтенсивності розривної хвилі.

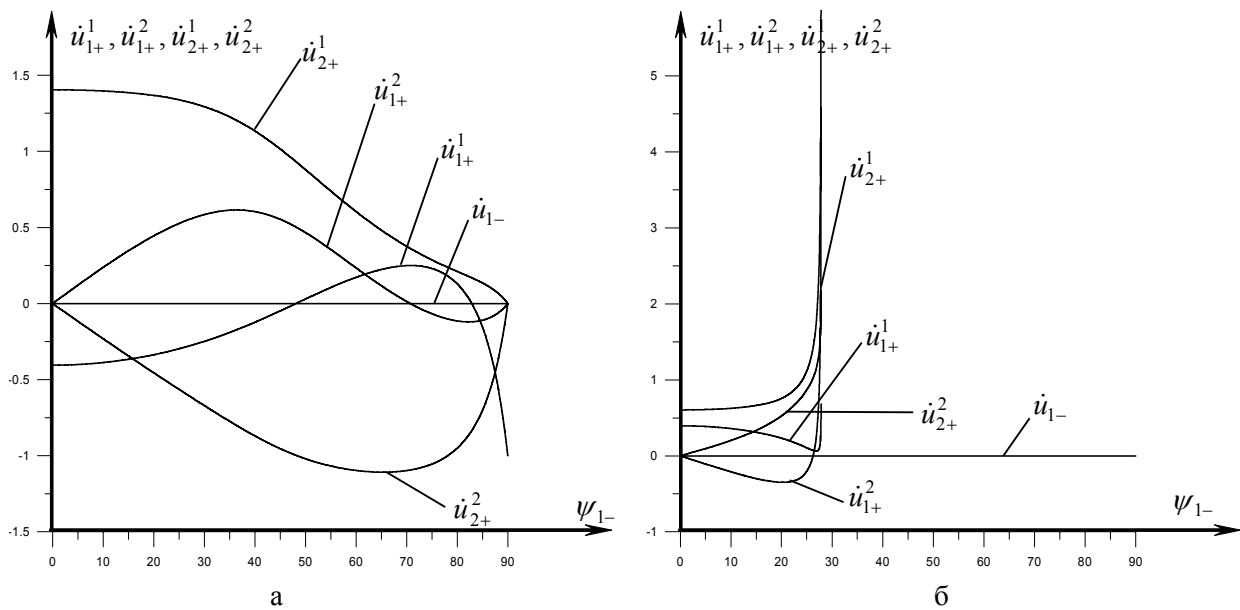


Рисунок 1 – Діаграми інтенсивностей відбитих та заломлених хвиль в залежності від кута падіння початкової хвилі

Якщо змінити початковий порядок проходження середовищ заданою хвилею, тобто прийняти, що I – вапняк, II – доломіт, то на рис. 1(б) можемо спостерігати ефект квазіповного внутрішнього відбиття. Так, при наближенні ψ_{1-} до значення $\psi_{1-} = 28^\circ$ шукані функції $\dot{u}_{1+}^1, \dot{u}_{1+}^2, \dot{u}_{2+}^1, \dot{u}_{2+}^2$ прямують до нескінченності. Розглянемо випадок, коли $l_1^0 \neq l_2^0$, $m_1^0 \neq m_2^0$, $p_1^0 \neq p_2^0$ та прослідкуємо за змінами значень шуканих швидкостей, порівнюючи їх з аналогічними результатами отриманими при трансформуванні поздовжньої хвилі в ізотропному середовищі на границі розділу двох середовищ. Нехай $l_1^0 = 0,2$, $m_1^0 = 0,6$, $p_1^0 = 0,8$, $l_2^0 = 0,1$, $m_2^0 = 0,2$, $p_2^0 = 0,3$, тобто $l_1^0 > l_2^0$, $m_1^0 > m_2^0$, $p_1^0 > p_2^0$ (випадок I, рис. 2а). А рис. 2б ілюструє випадок II: $l_1^0 < l_2^0$, $m_1^0 < m_2^0$, $p_1^0 < p_2^0$.

Можемо бачити, що для I-го випадку незначними є зміни інтенсивності, в порівнянні з ізотропним середовищем, для відбитої qS_{1+} -хвилі, а для II-го – відбитої qP_{1+} . Для ізотропного середовища з поступовим зростанням кута ψ_{1-} інтенсивність qP_{2+} зменшується, а для випадків анізотропного середовища, прослідковується, як зменшення, так і збільшення швидкості $\dot{u}_{2+}^1$, але при поступовому наближенні ψ_{1-} до 90° значення швидкості прямує до нуля. Розглянуті випадки дають змогу зробити висновок, що на границі розділу двох середовищ відбувається розклад падаючої qP_{1-} -хвилі на чотири розривні, тим самим відбувається її екранування та зменшення інтенсивності її ударного впливу на об'єкти енергетичного, транспортного, гірничого та ін. призначення.

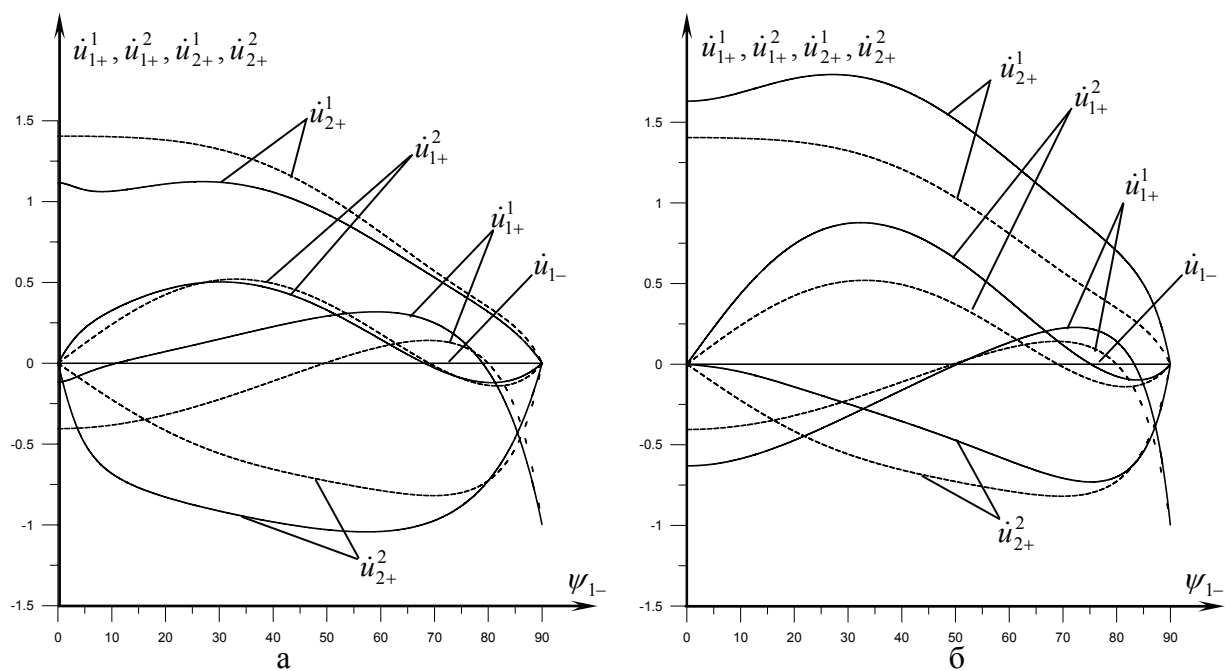


Рисунок 2 – Графіки функцій інтенсивностей швидкостей відбитих ($\dot{u}_{1+}^1, \dot{u}_{1+}^2$) та заломлених ($\dot{u}_{2+}^1, \dot{u}_{2+}^2$) хвиль, які сформувались границі G між доломітом (середовище I) та вапняком (середовище II).

----- ізотропні середовища
 ————— анізотропні середовища

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Петухов И. М. Прогноз и предотвращение горных ударов на рудниках / И. М. Петухов, А. М. Ильин, К. Н. Трубецкой. – М.: Изд-во Академии горных наук, 1997. – 377 с.
2. Кравцов Ю. А. Геометрическая оптика неоднородных сред / Ю. А. Кравцов, Ю. И. Орлов. – М.: Наука, 1980. – 304 с.
3. Подильчук Ю. Н. Лучевые методы в теории распространения и рассеяния волн / Ю. Н. Подильчук, Ю. К. Рубцов. – К.: Наукова думка, 1988. – 220 с.
4. Гузь А. Н. Упругие волны в телах с начальными (остаточными) напряжениями / А. Н. Гузь. – Киев: «А.С.К.», 2004. – 672 с.
5. Молотков Л. А. Эффективная модель слоистой среды, в которой чередуются пористые и упругие слои, находящиеся в контакте с проскальзыванием / Л. А. Молотков // Зап. научн. сем. ПОМИ. – 2001. – Т. 275. – С. 165–186.
6. Назаров С. А. Упругие волны, захваченные однородным анизотропным полуцилиндром / С. А. Назаров // Математический сборник. – 2013. – Т. 204, № 11. – С. 99–130.
7. Селезов И. Т. Математические методы в задачах распространения и дифракции волн: [монография] / И. Т. Селезов, Ю. Г. Кривонос; Нац. акад. наук Украины, Ин-т кибернетики имени В. М. Глушкова, Ин-т гидромеханики. – К.: Наукова думка, 2012. – 232 с.
8. Гуляев В. И. Отражение и преломление плоских разрывных волн параболоидными поверхностями раздела анизотропных упругих сред / В. И. Гуляев, П. З. Луговой, Г. М. Иванченко // Геофизический журнал – 2005. – Т. 27, № 3. – С. 418–427.
9. Гуляев В. И. Дифракция разрывных волн на эллипсоидальных поверхностях раздела трансверсально-изотропных упругих сред / В. И. Гуляев, П. З. Луговой, Г. М. Иванченко // Прикладная механика. – 2004. – Т. 40, № 10. – С. 98–106.
10. Петрашень Г. И. Распространение волн в анизотропных упругих средах / Г. И. Петрашень. – Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1990. – 280 с.

REFERENCES

1. Petuhov, I. M., Il'yin, A. M., Trubets'koy, K. N. Prognosis and prevention of rock bursts in mines. Moskva: Izd-vo Akademii gornuh nayk, 1997. 377p. (Rus)
2. Kravtsov Yu.A., Orlov Yu.I Geometric optics of heterogeneous media. Moskva: Nauka, 1980. – 304 p.

3. Podilchuk Yu.N., Rubtsov Yu.K. Ray method in the theory of propagation and dispersion of waves. Kyiv: Naukova Dumka, 1988. – 220 p. (Rus)
4. Huz', A. N. Elastic waves in solids with initial (residual) stresses. Kyiv: A.S.K., 2004. 672 p. (Rus)
5. Molotkov L. A. The effective model of the layered medium in which porous and elastic layers being in slide contact alternate Zap. nauchn. sem. POMI .2001. 275. P. 165-186. (Rus)
6. Nazarov, S. A. Elastic waves trapped by a homogeneous anisotropic semicylinder Matematychnyy zbirnyk. 2013. 204(11). P. 99-130. (Rus)
7. Selezov, I. T., Krivonos, YU. G. Mathematical methods for wave propagation and diffraction: [monograph]. Nats. akad. nauk Ukrainy, In-t kibernetiki imeni V. M. Glushkova, In – t gidromekhaniki. Kyiv: Naukova dumka, 2012. 232p (Rus)
8. Gulyayev, V.I., Lugovoi, P.Z., Ivanchenko, G.M. Reflection and refraction of plane waves of discontinuous paraboloidal surfaces of anisotropic elastic media. Geofizicheskiy zhurnal. 2005. 27(3). P. 418-427. (Rus)
9. Gulyayev, V.I., Lugovoi, P.Z., Ivanchenko, G.M. Diffraction of discontinuous waves on the ellipsoidal surfaces of section transversely isotropic elastic media. Prikladnaya mekhanika. 2004. 40(10). P. 98-106. (Rus)
10. Petrashen G.I. Wave propagation in anisotropic elastic media. Leningrad: Nauka, 1980. – 280 p. (Rus)

РЕФЕРАТ

Заєць Ю.О. Дифракція розривної хвилі на площині розділу двох анізотропних середовищ з відмінними параметрами анізотропії. / Ю.О. Заєць // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

В роботі розглянуто задачу взаємодії розривної хвилі з поверхнею розділу пружних анізотропних середовищ з відмінними параметрами анізотропії.

Об'єкт дослідження – нестационарні хвилі сильних розривів, збуджені в неоднорідному пружному середовищі.

Мета даної роботи полягає в постановці задачі по дифракції розривної хвилі на поверхні розділу двох анізотропних середовищ, а також аналізі отриманих результатів в залежності від зміни параметрів анізотропії.

Метод дослідження – метод нульового наближення променевого методу.

В роботі запропонована задача математичного моделювання процесів механічної взаємодії розривних пружних хвиль з поверхнями розділу порід з відмінними властивостями, зокрема параметрами анізотропії. Під час досліджень встановлено, що при перетворенні розривних хвиль на площині розділу може змінюватись не лише їх поляризація і геометрія фронтів, а й зменшуватись або збільшуватись їх інтенсивність. Така дифракція хвиль може призвести до того, що інтенсивність слабкої ударної хвилі може приймати суттєво відмінні значення в різних зонах її фронту.

Результати статті можуть бути упроваджені в науково-дослідних і проектних організаціях, де займаються проектуванням споруд енергетичного, транспортного, гірничого призначення з метою їх сейсмосахисту та захисту від впливу розривних хвиль збуджених техногенними чинниками.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕКРАНУВАННЯ, РОЗРИВНІ ХВИЛІ, АНІЗОТРОПНЕ СЕРЕДОВИЩЕ, ПРУЖНЕ СЕРЕДОВИЩЕ, ПРОМЕНЕВИЙ МЕТОД.

ABSTRACT

Zaets Yu. O. Diffraction of a discontinuous wave in a plane interface between two elastic anisotropic media. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

In the paper, the problem of interaction of interaction of a discontinuous wave with the interface between two elastic anisotropic media with different anisotropy parameters is considered.

The research object is nonstationary wave with strong discontinuity generated in nonhomogeneous elastic medium.

The work aim consist in statement of the problem on diffraction of the discontinuous wave in an interface between two anisotropic media and analysis of received results depending on the anisotropy parameters values.

The research method is the zeroth approximation of the ray method.

In the work, the problem on simulation of the processes of mechanical interaction of elastic discontinuous waves with interfaces between rock media with different properties (particularly, anisotropy parameters) is proposed. In the result of the simulation, it is established that in the discontinuous wave

transformation in the interface planes, not only wave polarization and front geometry can be changed but the wave intensity can be increased or decreased. This type of the wave diffraction can be accompanied by essential change of the wave intensity in different zones of the wave front.

The work results can be inculcated in research and design institutes for design of construction of energetics, transport and mine destination with the aim of their seismic protection and their screening from action of discontinuous waves generated by different technical failures.

KEYWORDS: SHIELDING, SCREENING, DISCONTINUOUS WAVES, ANISOTROPIC LAYERED MEDIA, ELASTIC MEDIUM, RAY METHOD.

РЕФЕРАТ

Заец Ю.А. Дифракция разрывной волны на плоскости раздела двух анизотропных упругих сред с отличающимися параметрами анизотропии. / Ю.А. Заец // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В работе рассмотрена задача взаимодействия разрывной волны с поверхностью раздела анизотропных сред с различными параметрами анизотропии.

Объект исследования – нестационарные волны сильных разрывов, возмущенные в неоднородной упругой среде.

Цель данной работы заключается в постановке задачи по дифракции разрывной волны на поверхности раздела двух анизотропных сред, а также анализе полученных результатов в зависимости от изменения параметров анизотропии.

Метод исследования – метод нулевого приближения лучевого метода.

В работе предложена задача математического моделирования процессов взаимодействия разрывных упругих волн с поверхностями раздела пород с отличными свойствами, в частности параметрами анизотропии. Во время исследований установлено, что при преобразовании разрывных волн на плоскости раздела может изменяться не только их поляризация и геометрия фронтов, но и уменьшаться или увеличиваться их интенсивность. Такая дифракция волн может привести к тому, что интенсивность слабой ударной волны может принимать отличные значения в различных зонах ее фронта.

Результаты статьи могут быть внедрены в научно-исследовательских и проектных организациях, где занимаются проектированием сооружений энергетического, транспортного, горного назначения с целью их сейсмозащиты и защиты от влияния разрывных волн возмущенных техногенными факторами.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ЭКРАНИРОВАНИЕ, РАЗРЫВНЫЕ ВОЛНЫ, АНИЗОТРОПНАЯ СРЕДА, УПРУГАЯ СРЕДА, ЛУЧЕВОЙ МЕТОД.

АВТОР:

Заєць Юлія Олександрівна, Національний транспортний університет, асистент кафедри вищої математики, e-mail: yzaets@gmail.com, тел. +380979712351, Україна, 01010, м.Київ, вул. Суворова 1.

AUTHOR:

Zaets Yu. O., National Transport University, assistant department of high mathematics, e-mail: yzaets@gmail.com, tel. +380979712351, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1.

АВТОР:

Заєц Юлия Александровна, Национальный транспортный университет, ассистент кафедры высшей математики, e-mail: yzaets@gmail.com, тел. +380979712351, Украина, 01010, г.Киев, ул. Суворова 1.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Гуляев В.І., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри вищої математики, Київ, Україна.

Лебедева І.В., кандидат фізико-математичних наук, доцент, Київський Національний університет імені Тараса Шевченка, доцент кафедри теретичної механіки, Київ, Україна.

REVIEWER:

Gulyayev V.I., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, professor, department of Mathematics, Kyiv, Ukraine.

Lebedeva I.V., Ph.D., Physics and Mathematics, associate professor, Taras Shevcheko National University of Kyiv, associate professor, department of Theoretical and Applied Mechanics, Kyiv, Ukraine.

ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЙ ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ

Кабанов В.Г., кандидат економічних наук, Національна академія керівних кадрів культури і мистецтв, Київ, Україна

Кравченко Т.І., Національна академія керівних кадрів культури і мистецтв, Київ, Україна

BY OPTIMIZING INVESTMENT ORGANIZATIONS TOURISM BUSINESS

Kabanov V.G., PhD, National Academy of Culture and Arts, Kyiv, Ukraine

Kravchenko T.I., National Academy of Culture and Arts, Kyiv, Ukraine

ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ ТУРИСТИЧЕСКОГО БИЗНЕСА

Кабанов В.Г., кандидат экономических наук, Национальная академия руководящих кадров культуры и искусств, Киев, Украина

Кравченко Т.И., Национальная академия руководящих кадров культуры и искусств, Киев, Украина

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. У нашій країні туризм має потужний потенціал. Але його економічна віддача поки що незначна. Розвиток сфери туризму гальмується недосконалістю нормативно-правової бази, а також методичної, організаційної, юридичної та інформаційної підтримки суб'єктів підприємництва в сфері туризму та курортів; недостатньою ефективністю механізмів державного регулювання та управління туристичними підприємствами у сфері туризму і курортів; незначними обсягами інвестицій у розвиток матеріально-технічної бази туризму та туристичної інфраструктури; неефективністю використання рекреаційних ресурсів[3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз економічних показників розвитку сфери туризму в областях, містах і селах свідчить про недостатню дієвість та активність господарчої діяльності в сфері туризму. Місцеві органи виконавчої влади та органи місцевого самоврядування недостатньо впливають на раціональне використання існуючого туристсько потенціалу регіонів. До теперішнього часу не визначено механізми, за допомогою яких місцеві органи влади могли б ефективно впливати на соціально-економічний розвиток [2].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Незважаючи на значну теоретико-методологічну базу досліджень проблем використання туристичних ресурсів вітчизняними і зарубіжними вченими, питання державного регулювання та інвестицій в сфері туризму досліджено недостатньо, в першу чергу, щодо удосконалення механізмів державного регулювання та організаційної структури управління туристичної сфери у регіонах України.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою дослідження під інвестиціями у сферу туризму ми розуміємо довгострокове вкладення капіталу в об'єкти туризму, туристичну індустрію та індустрію гостинності й розваг, а також у суміжні галузі з виробництва конкурентоспроможних туристичних послуг, які забезпечують туристичний продукт, об'єкти туристичної та соціальної інфраструктури, заходи з охорони довкілля та туристичних пам'яток, систему забезпечення безпеки туристів тощо шляхом стимулювання розвитку підприємництва та реалізації цільових програм у соціальній сфері й туризмі, які націлені на задоволення потреб туристів під час подорожей.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Підприємства індустрії туризму та туристичні підприємства взаємодіють та стимулюють діяльність більш ніж 40 галузей національного господарства, які взаємодіють з підприємствами інфраструктури, індустрії гостинності та розваг. Таким чином, міжгалузеві пропорції 40 галузей національного господарства України є вагомим чинником загальної економічної рівноваги, а інвестиційна діяльність суб'єктів туризму впливає на економічні міжгалузеві пропорції, які можуть

приймати специфічну форму регулятора економічної рівноваги[1;4]. При цьому інвестиції як чисте накопичення є чинником цього регулятора, а їх норма у вигляді питомої ваги в національному доході визначає характер та динаміку інвестиційних процесів у галузі туризму.

З іншого боку, туристичний комплекс України має значний внутрішній ресурс розвитку, обумовлений інвестиційною привабливістю об'єктів туризму та потенціалом туристичного комплексу, зокрема, природним, кліматичним, археологічним, історичним, екологічним. Як відомо, істотними складовими інвестиційної привабливості туризму в країні є конкурентоспроможність туристичного продукту, розвиненість туристичного підприємництва, а також особливості туристичної та економічної політики держави [1].

Виходячи з цього, під інвестиціями у сферу туризму ми розуміємо довгострокове вкладення капіталу в об'єкти туризму, туристичну індустрію та індустрію гостинності й розваг, а також у суміжні галузі з виробництва конкурентоспроможних туристичних послуг, які забезпечують туристичний продукт, об'єкти туристичної та соціальної інфраструктури, заходи з охорони довкілля та туристичних пам'яток, систему забезпечення безпеки туристів тощо шляхом стимулювання розвитку підприємництва та реалізації цільових програм у соціальній сфері й туризмі, які націлені на задоволення потреб туристів під час подорожей[5].

Удосконалення методичного забезпечення процесів інвестування в розвиток конкурентоспроможності туризму може бути досягнуто шляхом побудови ефективної моделі інвестування, яка за аналізом літератури [5; 6] має відповідати певним критеріям, зокрема:

- модель повинна відображати системний зв'язок між державною політикою економічного розвитку країни та політикою розвитку туризму;
- державна політика розвитку туризму повинна формуватися на основі регуляторного та програмно-цільового впливу на суб'єкти туристичної галузі та суміжних галузей національного господарства;
- ефективне функціонування моделі має забезпечити інвестиційна стратегія та інвестиційний маркетинг;
- модель повинна забезпечити вкладення в конкурентоспроможність туристичних об'єктів та послуг для формування конкурентоспроможного туристичного продукту;
- модель має забезпечити розвиток конкурентоспроможності об'єктів туристичної та соціальної інфраструктури;
- сукупність туристичних ресурсів, конкурентоспроможних об'єктів туризму, туристичної та соціальної інфраструктури, а також туристичних послуг індустрії туризму в поєднанні з діяльністю підприємств туризму та суб'єктів суміжних галузей національного господарства повинні забезпечити конкурентоспроможність туризму та національного туристичного продукту[3].

При цьому інвестиційні взаємовідносини суб'єктів туризму, як складова частина економічних відносин відтворення, мають забезпечити відновлення чинників зростання галузевої економіки в цілому. У цьому сенсі, доцільно звернути увагу, що відносини відтворення чинників економічного зростання та інвестиційні взаємовідносини, не можуть бути ототожнені[7]. Наприклад, відтворення оборотного капіталу туристичних підприємств не може бути віднесено до інвестиційних відносин. Тому зростання матеріальних запасів не може вважатися інвестицією в туризм. Зауважимо, що інвестиційне зростання може бути досягнуте двома шляхами:

- шляхом зростання міри використання наявних основних фондів;
- шляхом упровадження та використання нових фондів туризму.

Отже, інвестицією доцільно вважати придбання (створення) основних фондів туризму. Використання та накопичення матеріальних цінностей у туризмі доцільно віднести до поточної господарської діяльності, яка реалізує відносини відтворення, але не відноситься до інвестицій[5]. Так, за аналізом літератури [8] до інвестицій відносять гроші (капітал), цінні папери, право вимоги, частку в статутному капіталі юридичної особи, основні фонди, об'єкти інфраструктури, знання та інформацію, котрі є елементами чинників економічного зростання.

Доцільно зауважити, що інвестиційна політика держави у сфері туризму, як складова економічної політики повинна забезпечити оптимізацію та збалансованість економічної діяльності як суб'єктів туризму, так і суб'єктів інших галузей національного господарства, від яких залежить розвиток туризму. Як відомо, оптимізація безпосередньо пов'язана з оцінкою, вибором, ухваленням рішень та проектуванням. У загальному випадку оптимальність являє собою оптимальний спосіб економічної поведінки при наперед заданих критеріях, де оптимум Парето [9] відображає стан економічної системи, за якого поліпшення економічного стану одного суб'єкта можливе тільки при погіршенні положення інших. Отже, оптимальність у процесі інвестування розвитку

конкурентоспроможності туризму має відображати ефективність, раціональність та соціально-економічну міжгалузеву рівновагу.

Реалізація зазначених пропозицій щодо удосконалення сфери туризму дозволить підвищити ефективність державного регулювання сфери туризму, проводити активну регіональну політику у сфері туризму, дасть можливість забезпечити дійову координацію заходів місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, громадських організацій, що сприятиме збільшенню туристичних потоків на регіональному ринку туристичних послуг, організації нових робочих місць, збільшенню надходжень до бюджетів усіх рівнів.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку.

Встановлено, що інвестиційне зростання може бути досягнуте або шляхом зростання міри використання наявних основних фондів, або шляхом упровадження та використання нових фондів туризму. Встановлено, що оптимізація інвестиційної діяльності в туризмі може бути передумовою створення механізму синергійного розвитку туризму та суміжних галузей національного господарства з метою часткового подолання деформації міжгалузевих балансів системи галузевих фінансів. Створена комплексна організаційна модель забезпечення процесу інвестування в конкурентоспроможність туризму, в якій державна політика розвитку туризму як складова частина державної економічної політики здійснює регуляторний та програмно-цільовий вплив на процес інвестування розвитку конкурентоспроможності туризму.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Беляков Г.С. Как оценить экономическую эффективность инвестиционных проектов /Г.С. Беляков// ЭКО. – 2010. – N 6. – С. 121-129.
2. Президента України до Верховної Ради України "Модернізація України – наш стратегічний вибір", 2011р.
3. Багров Н.В. Региональная геополитика устойчивого развития. – К.: Либідь, 2002. – 256 с.
4. Брыкин И.М. Оценка, выбор и анализ инвестиционных проектов / И.М. Брыкин, А.В. Беклемишев. – М.: Междунар. медиа группа, 2011. – 78 с.
5. Губенко Н.Н., Писаревский Е.Л. Законодательство в сфере туризма. Состояние и перспектива // Туризм: право и экономика. – 2003. – №1(1). – С.4-16.
6. Державне управління: Словник-довідник / За заг. ред. В.М. Князева, В.Д. Бакуменка. – К.: Вид-во української академії державного управління, 2002. – 228 с.
7. Єсипчук Н. Взаємодія місцевих державних адміністрацій та органів місцевого самоврядування як умова ефективного функціонування механізму державного управління // Вісник Національної академії державного управління при Президентові України. – 2004. – №4. – С.326 – 331.
8. Лук'яненко Д.Г., Мозговий О.М., Губський Б.В. Міжнародна інвестиційна діяльність. /Д.Г. Лук'яненко, О.М. Мозговий, Б.В. Губський. – К.: КНЕУ, 2007. – 387 с.
9. Travel & Tourism Competitiveness Report 2010. World Economic Forum, Geneva, Switzerland, 2011. – [Електронний ресурс].– Режим доступу: <http://www.weforum.org>

REFERENCES

1. Belyakov GS How to rate this ekonomycheskuyu Efficiency investment proposals /H.S. Belyakov // ECO. – 2010. – N 6. – P. 121-129. (Rus)
2. The President of Ukraine to the Verkhovna Rada of Ukraine "Modernization of Ukraine – our strategic choice", 2011. (Ukr)
3. Bagrov NV The regional Geopolitics of sustainable development. – K .: Lybed, 2002. – 256 p. (Rus)
4. Брыкун IM Evaluation, Choice and analysis ynvectytsyonnyh projects / IM Брыкун, AV Beklemishevo. – М .: Internat. media group, 2011. – 78 p. (Rus)
5. Hubenko NN, EL Pysarevskyy Legislation in the sphere of tourism. STATUS // Tourism and prospect: the right and the economy. – 2003. – №1 (1). – S.4-16.
6. Governance: Dictionary Directory / Pod Society. ed. VM Knyazev, VD Bakumenko. – K .: Izd Ukrainian Academy of Public Administration, 2002. – 228 p. (Ukr)
7. Yesipchuk N. Interaction of local state administrations and local governments as a condition for the effective functioning of the public administration // Bulletin of the National Academy of Public Administration under the President of Ukraine. – 2004. – №4. – S.326 – 331. (Ukr)
8. DG Lukyanenko, A. Brain, Gubskiy BV International investment activity. /D.H. Lukyanenko, A. Brain BV Gubskiy. – K .: MBK, 2007. – 387 p. (Ukr)

9. Travel & Tourism Competitiveness Report 2010. World Economic Forum, Geneva, Switzerland, 2011. – [Elektronnyy resurs] .- Access: <http://www.weforum.org>

РЕФЕРАТ

Кабанов В.Г. Шляхи оптимізації інвестиційної діяльності організацій туристичного бізнесу / В.Г. Кабанов, Т.І. Кравченко // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

В статті запропоновано шляхи оптимізації інвестиційної діяльності організацій туристичного бізнесу.

Об'єкт дослідження – процеси оптимізації інвестиційної діяльності організацій в туристичному бізнесі.

Мета роботи – удосконалення методичного забезпечення процесів інвестування в розвиток конкурентоспроможності туризму.

Методи дослідження – аналіз та синтез процесів оптимізації інвестиційної діяльності.

Туристичний комплекс України має значний внутрішній ресурс розвитку, обумовлений інвестиційною привабливістю об'єктів туризму та потенціалом туристичного комплексу, зокрема, природним, кліматичним, археологічним, історичним, екологічним. Як відомо, істотними складовими інвестиційної привабливості туризму в країні є конкурентоспроможність туристичного продукту, розвиненість туристичного підприємництва, а також особливості туристичної та економічної політики держави.

Інвестиційні взаємовідносини суб'єктів туризму, як складова частина економічних відносин відтворення, мають забезпечити відновлення чинників зростання галузевої економіки в цілому. Результати статті можуть бути використані при об'єктивній та надійній оцінці проектного персоналу, що включає модель компетенцій, відповідні процедури і методи оцінки. Доцільно зауважити, що інвестиційна політика держави у сфері туризму, як складова економічної політики повинна забезпечити оптимізацію та збалансованість економічної діяльності як суб'єктів туризму, так і суб'єктів інших галузей національного господарства, від яких залежить розвиток туризму.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ТУРИЗМ, ІНВЕСТИЦІЇ, ПОЛІТИКА ДЕРЖАВИ

ABSTRACT

Kabanov V.G., Kravchenko T.I. Ways to optimize the investment activities of the tourism business. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

The article suggested ways to optimize the investment activities of tourism. Object of study – the process of optimizing investment organizations in the tourism business.

Purpose – improving the methodological processes to ensure investment in the development of tourism competitiveness.

Research methods – analysis and synthesis process optimization investment.

Tourist Complex Ukraine has significant internal resource development due to investment attractiveness and potential tourism destinations tourist complex, including natural, climatic, archaeological, historical, ecological. As you know, the essential components of investment attractiveness of tourism in the country is competitive tourism product, development of tourism businesses, and especially the tourism and economic policy.

Investment relations business tourism, as part of economic relations play should ensure the restoration of growth factors sector economy. The results of the article can be used in an objective and reliable assessment of project personnel, including a model of competence, appropriate procedures and methods of assessment. It is worth noting that the investment policy of the state in tourism as a part of economic policy must ensure optimization and balancing of economic activity as a business tourism, business and other sectors of the national economy, which depends on tourism development

KEY WORDS: TOURISM, INVESTMENT, STATE POLICY

РЕФЕРАТ

Кабанов В.Г. Пути оптимизации инвестиционной деятельности организаций туристического бизнеса / В.Г. Кабанов, Т.И. Кравченко // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье предложены пути оптимизации инвестиционной деятельности организаций туристического бизнеса.

Объект исследования – процессы оптимизации инвестиционной деятельности организаций в туристическом бизнесе.

Цель работы – совершенствование методического обеспечения процессов инвестирования в развитие конкурентоспособности туризма.

Методы исследования – анализ и синтез процессов оптимизации инвестиционной деятельности.

Туристический комплекс Украины имеет значительный внутренний ресурс развития, обусловленный инвестиционной привлекательностью объектов туризма и потенциалом туристического комплекса, в частности, естественным, климатическим, археологическим, историческим, экологическим. Как известно, существенными составляющими инвестиционной привлекательности туризма в стране является конкурентоспособность туристического продукта, развитость туристического предпринимательства, а также особенности туристической и экономической политики государства.

Инвестиционные взаимоотношения субъектов туризма, как составная часть экономических отношений воспроизведения, должны обеспечить восстановление факторов роста отраслевой экономики в целом. Результаты статьи могут быть использованы при объективной и надежной оценке проектного персонала, включая модель компетенций, соответствующие процедуры и методы оценки. Целесообразно заметить, что инвестиционная политика государства в сфере туризма, как составляющая экономической политики должна обеспечить оптимизацию и сбалансированность экономической деятельности как субъектов туризма, так и субъектов других отраслей национального хозяйства, от которых зависит развитие туризма

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ТУРИЗМ, ИНВЕСТИЦИИ, ПОЛИТИКА ГОСУДАРСТВА

АВТОР:

Кабанов В.Г., к.е.н., доц., профессор кафедры менеджменту та економіки Національної академії керівних кадрів культури і мистецтв, Київ, Україна

Кравченко Т.І., аспірантка кафедри менеджменту та економіки, Національна академія керівних кадрів культури і мистецтв, e-mail: ms.vip91@mail.ru , тел. +38098 365 32 52, Україна, м. Київ, вул. Будівельників 15

AUTHOR:

V. Kabanov Ph.D., Assoc., Professor of Management and Economics of the National Academy of Culture and Arts, Kyiv, Ukraine

TI Kravchenko, a graduate of the Department of Management and Economics, National Academy of Culture and Arts, e-mail: ms.vip91@mail.ru, tel. +38098 365 32 52, Ukraine, m. Kyiv, vul. Budivelnnykiv 15

АВТОР:

Кабанов В. к.э.н., доц., профессор кафедры менеджмента и экономики Национальной академии руководящих кадров культуры и искусств, Киев, Украина

Кравченко Т.И., аспирантка кафедры менеджмента и экономики, Национальная академия руководящих кадров культуры и искусств, e-mail: ms.vip91@mail.ru , тел. +38098 365 32 52, Украина, г. Киев, ул. Строителей 15

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Азізов С.П., доктор економічних наук, професор, Національна академія керівних кадрів культури і мистецтв, професор кафедри менеджменту та економіки, Київ, Україна.

Маруніч В.С., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, доцент кафедри Транспортного права та логістики

REVIEWER:

Azizov SP, Doctor of Economics, Professor, National Academy of Culture and Arts, Professor of Management and Economics, Kyiv, Ukraine.

Marunich VS, candidate technical sciences, National Transport University, assistant professor of law Transport and Logistics.

НЕЛІНІЙНА ДИНАМІКА ТРУБОПРОВОДУ З ШВИДКІСНОЮ ТЕЧІЄЮ РІДИНИ
ПРИ РІЗНИХ СПОСОБАХ ЗАКРІПЛЕННЯ

Ковальчук О.П., Національний транспортний університет, Київ, Україна

NONLINEAR DYNAMICS PIPELINES WITH HIGH-SPEED FLUID FLOW
IN DIFFERENT WAYS CONSOLIDATION

Kovalchuk O.P., National Transport University, Kyiv, Ukraine

НЕЛИНЕЙНАЯ ДИНАМИКА ТРУБОПРОВОДА СО СКОРОСТНЫМ ТЕЧЕНИЕМ ЖИДКОСТИ
ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ЗАКРЕПЛЕНИЯ

Ковальчук О.П., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка задачі.

Розглядаються питання побудови моделі для задачі про трубопровід з рухомою рідиною при різних способах закріплення кінців трубопроводу.

Вважаємо, що рух рідини заданий, рідина ідеальна, а труба буде розглядатись на основі балочної моделі. Також будемо вважати, що труба є достатньо довгою по відношенню до її діаметру. Важливо відмітити, що якщо початкові збурення в системі лежать в одній площині, то і в подальшому рух системи буде відбуватись тільки в цій площині.

В статті досліджено поведінку трубопроводу при швидкісній течії на основі нелінійної моделі, побудова якої базується на основі варіаційного принципу Гамільтона-Остроградського. Важливим моментом є те, що вихідна система для випадку нелінійної моделі вимагає мішаного опису її компонент. Оскільки рідина має бути описана в змінних Ейлера, а трубопровід в змінних Лагранжа, то функція Лагранжа для варіаційного принципу Гамільтона-Остроградського матиме вигляд:

$$\begin{aligned} L = & \frac{1}{2} \mu \int_0^l \left(\frac{\partial u}{\partial t} \right)^2 dx + \frac{1}{4} \mu \int_0^l \left(\frac{\partial u}{\partial t} \right)^2 \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 dx - \frac{1}{2} EJ \int_0^l \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \right)^2 dx - \\ & - \frac{1}{4} EJ \int_0^l \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \right)^2 \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 dx - \frac{1}{2} EF \int_0^l u'^3 u dx + \frac{1}{4} \rho V^2 \int_0^l \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 dx - \\ & - \frac{1}{16} \rho V^2 \int_0^l \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^4 dx + \frac{1}{2} \rho \int_0^l \left(\frac{du}{dt} \right)^2 dx + \frac{1}{4} \rho \int_0^l \left(\frac{du}{dt} \right)^2 \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 dx + \\ & + \rho V \int_0^l \frac{\partial u}{\partial x} \frac{du}{dt} dx + \frac{1}{2} PF \int_0^l \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 dx + \frac{1}{2} \rho V^2 \int_0^l dx. \end{aligned}$$

Динамічна модель базується на основі сукупного використання принципу Гамільтона-Остроградського та методу модальної декомпозиції, тому для подальшого спрощення моделі скористаємось методом представлення розв'язку через форми коливань

$$u = \sum_i c_i(t) A_i(x),$$

де $c_i(t)$ – амплітудні параметри коливань, що залежать від часу;

$A_i(x)$ – форми коливань, які є повною ортогональною системою функцій.

$$\begin{aligned}
\ddot{c}_r = & -\frac{EJ}{\rho + \mu} \kappa_r^4 c_r + \frac{7}{2} \frac{\rho V^2}{(\rho + \mu) N_r} \sum_i c_i \beta_{ir}^2 + \frac{2\rho V}{(\rho + \mu) N_r} \sum_i \dot{c}_i (\beta_{ri}^1 - \beta_{ir}^1) \\
& - \frac{PF}{(\rho + \mu) N_r} \sum_i c_i \beta_{ir}^2 - \frac{2\rho \dot{V}}{(\rho + \mu) N_r} \sum_i c_i \beta_{ir}^2 - \frac{13}{4} \frac{\rho V^2}{(\rho + \mu) N_r} \sum_{ijk} c_i c_j c_k d_{ijk}^4 - \\
& - \sum_{ijk} \dot{c}_i \dot{c}_j c_k \frac{1}{N_r} \left(d_{jkir}^2 - \frac{1}{2} d_{krij}^2 \right) - \frac{EJ}{(\rho + \mu) N_r} \sum_{ijk} c_i c_j c_k d_{ijkl}^6 - \\
& - \frac{2EF}{(\rho + \mu) N_r} \sum_{ijk} c_i c_j c_k d_{ijk}^3 - \frac{1}{2 N_r} \sum_{pjk} c_j c_k \left(-\frac{EJ}{(\rho + \mu)} \kappa_p^4 c_p + \right. \\
& + \frac{7}{2} \frac{\rho V^2}{(\rho + \mu) N_p} \sum_i c_i \beta_{ip}^2 + \frac{2\rho V}{(\rho + \mu) N_p} \sum_i \dot{c}_i (\beta_{pi}^1 - \beta_{ip}^1) - \\
& \left. - \frac{PF}{(\rho + \mu) N_p} \sum_i c_i \beta_{ip}^2 - \frac{2\rho \dot{V}}{(\rho + \mu) N_p} \sum_i c_i \beta_{ip}^2 \right)
\end{aligned}$$

де EJ – згинна жорсткість балки;

F – площа поперечного перерізу труби;

ρ – лінійна густина рідини;

μ – лінійна густина матеріалу балки;

P – внутрішній тиск у трубi;

l – довжина балки.

Для дослідження коливань трубопроводу при різних швидкісних режимах течії рідини, розглянемо чотири варіанти закріплень трубопроводу: консоль, консоль-шарнір, двобічна консоль, двобічний шарнір.

Маємо граничні умови, які відповідають постановці задачі про визначення форм коливань системи:

$$u = 0, \quad \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0 \quad \text{при } x=0 \text{ і } x=l \quad \text{відповідають шарнірному опираючому};$$

$$u = 0, \quad \frac{\partial u}{\partial x} = 0 \quad \text{при } x=0 \text{ і } x=l \quad \text{відповідають консольному защемленню};$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0, \quad \frac{\partial^3 u}{\partial x^3} = 0 \quad \text{при } x=l \quad \text{відповідають вільному краю балки}.$$

Чисельне моделювання. Розглядається система трубопровід-рідина, при швидкості течії $V = 0,5V_{kr}$. Вважаємо що рух трубопроводу мав початкове збурення за законом $c_2(0) = 0,02l$.

Розглянемо випадки: консоль, консоль-шарнір, шарнір-шарнір, консоль-консоль. Виконаємо розрахунки для труби з алюмінію довжиною 1м. На рисунку 1 а закон зміни амплітуди першої форми коливань, де тонка лінія відповідає консольному закріпленню, товста лінія – консоль-шарнір, штрих-пунктирна тонка відповідає закріпленню шарнір-шарнір і штрих-пунктирна товста – випадок двобічного консольного закріплення. На рисунку 1б і 1в зображено другу і третю форму коливань, відповідно, подано тонкою кривою, другої – штриховою кривою, третьої – жирною кривою. На рисунку 1 б закон зміни амплітуди першої форми коливань подано штриховою кривою, другої – тонкою кривою, третьої – жирною кривою. На рисунку 1в закон зміни амплітуди першої форми коливань подано тонкою кривою, другої – штриховою кривою, третьої – жирною кривою.

З рисунків видно, що при збільшенні швидкості течії рідини вказаний ефект перекачки енергії в амплітуди форми коливань стає все більш помітним. Подібні явища ми спостерігаємо і при дослідженні і всіх варіантів закріплення трубопроводу. При дослідженні цих чотирьох випадків закріплення випадків бачимо, що такі загальні тенденції системи зберігаються і надалі.

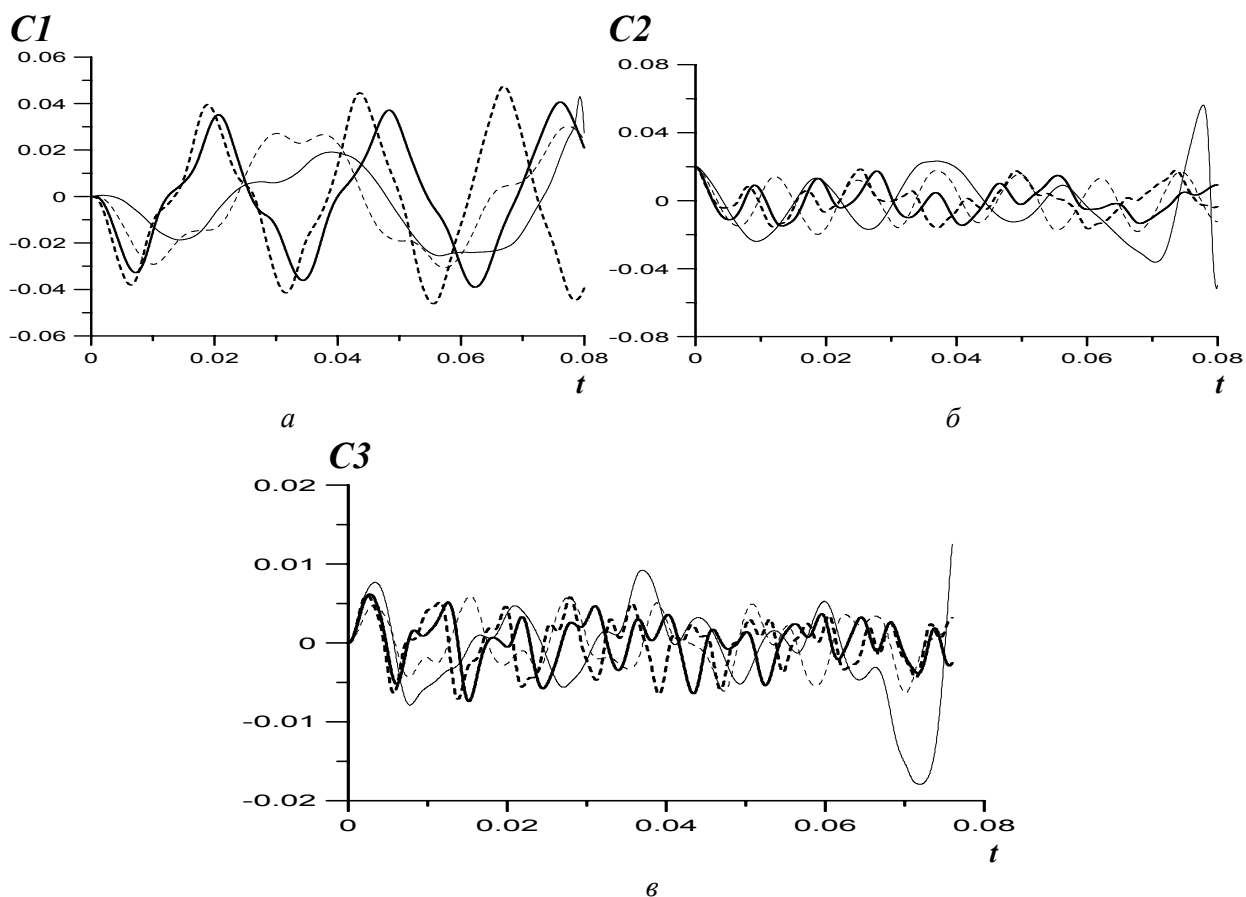


Рисунок 1

Висновки. Вирішальним у поведінці трубопровід – рідина, незалежно від способу закріплення, є наближення швидкості течії рідини до критичної. При швидкостях, які наближені до половини критичної швидкості, спостерігається цілеспрямований енергообмін в системі, який приводить до зростання початкових збурень в часі, який може привести до небезпечних ситуацій. Найбільш складно і з більшими амплітудами ці явища проявляються для закріплень з вільними краями.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Василевский Ю.Е., Лимарченко О.С. Нелинейная модель динамики трубопровода при скоростном течении жидкости // Комплексний аналіз і течії з вільними границями, Збірник праць Інституту математики НАН України. – К.: Інститут математики НАН України. – 2006. – 2, №4. – С. 322-334.
2. Бондарь Н.Г. Нелинейные автономные задачи механики упругих систем. – Киев, Будивельник, 1971. – 140 с.
3. Кильчевский Н.А. Курс теоретической механики, том 2. – М.: Наука, 1977. – 544 с.

REFERENCES

1. Vasilevskij Ju.E., Limarchenko O.S. Nelinejnaja model' dinamiki truboprovoda pri skorostnom techenii zhidkosti // Kompleksnij analiz i techii z vil'nimi granicjami, Zbirnik prac' Institutu matematiki NAN Ukraïni. – Kiïv: Institut matematiki NAN Ukraïni. – 2006. – 2, №4. – S. 322-334. (Rus)
2. Bondar' N.G. Nelinejnye avtonomnye zadachi mehaniki uprugih sistem. – Kiev, Budivel'nik, 1971. – 140 s. (Rus)
3. Kil'chevskij N.A. Kurs teoreticheskoi mehaniki, tom 2. – M.: Nauka, 1977. – 544 s. (Rus)

РЕФЕРАТ

Ковальчук О.П. Нелінійна динаміка трубопроводу з швидкісною течією рідини при різних способах закріплення / О.П. Ковальчук // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

Розглянуто задачу нелінійної динаміки трубопроводу з рідиною. Трубопроводи з рідиною є складовою багатьох інженерних систем. Ми розглядаємо трубопровід при різних закріпленнях, який перебуває під дією швидкісної течії рідини. Коли швидкість рідини наближається до критичної, енергія рідини може перерозподілитись, і тоді коливання трубопроводу можуть збільшитись. Це може призвести інколи і до руйнування трубопроводу.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КРИТИЧНА ШВИДКІСТЬ, ТРУБОПРОВІД, РІДИНА, ЕНЕРГІЯ РІДИНИ.

ABSTRACT

Kovalchuk O.P. Nonlinear dynamics pipelines with high-speed fluid flow in different ways consolidation. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

The task of nonlinear dynamics of pipeline is considered with a liquid Pipelines with a liquid are the constituent of many engineering systems. We examine a pipeline at the different fixings which is under the action of speed flow of liquid. When speed of liquid approaches critical, energy of liquid can redistribute, then vibrations of pipeline can increase. Sometimes this can results in destruction of pipeline.

KEYWORDS: KRITICHNA SHVIDKIST, TRUBOPROVID, RIDINA, ENERGIJA RIDINI.

РЕФЕРАТ

Ковальчук О.П. Нелинейная динамика трубопровода со скоростной течением жидкости при различных способах закрепления / О.П. Ковальчук // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

Рассмотрена задача нелинейной динамики трубопровода с жидкостью. Трубопроводы с жидкостью являются составляющей многих инженерных систем. Мы рассматриваем трубопровод при различных закреплениях, находящийся под действием скоростного течения жидкости. Когда скорость жидкости приближается к критической, энергия жидкости может перераспределиться, и тогда колебания трубопровода могут увеличиться. Это может привести, иногда, и к разрушению трубопровода.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: КРИТИЧЕСКАЯ СКОРОСТЬ, ТРУБОПРОВОД, ЖИДКОСТЬ, ЭНЕРГИЯ ЖИДКОСТИ.

АВТОР:

Ковальчук Оксана Петрівна, асистент кафедри інформаційних систем і технологій Національного транспортного університету, kovalchuk_or@mail.ru, 0968349605, Київ, Україна, вул. Суворова 1.

AUTHOR:

Kovalchuk Oksana Petrovna, Department of Systems and Technologies informatsiynyh National Transport University, kovalchuk_or@mail.ru, 0968349605, Kyiv, Ukraine, Suvorov 1

АВТОР:

Ковальчук Оксана Петровна, ассистент кафедры информационных систем и технологий Национального транспортного университета, kovalchuk_or@mail.ru, 0968349605, Киев, Украина, ул. Суворова 1

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Баранов Г.Л., професор кафедри інформаційних систем і технологій Національного транспортного університету, доктор технічних наук, професор,

Безверхий О.І., завідувач відділу електропружності Інституту механіки ім. С.П. Тимошенка НАНУ, доктор фізико-математичних наук, професор.

REVIEWER:

Baranov G.L., Professor of Information Systems and Technology National Transport University, Doctor of Engineering, Professor,

Bezverkhyi O.I., head of department electroelasticity of the Institute of Mechanics S.P. Tymoshenko National Academy of Sciences, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor.

ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМ КОЛИВАНЬ МОДЕЛІ ТРУБОПРОВІД-РІДИНА З ШВИДКІСНОЮ
ТЕЧІЄЮ РІДИНИ ПРИ РІЗНИХ СПОСОБАХ ЗАКРІПЛЕННЯ ТРУБОПРОВІДУ

Ковальчук О.П., Національний транспортний університет, Київ, Україна

RESEARCH MODEL FORMS OF VIBRATIONS PIPELINE-LIQUID WITH HIGH-SPEED FLUID
FLOW AT DIFFERENT WAYS CONSOLIDATION OF PIPELINE

Kovalchuk O.P., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМ КОЛЕБАНИЙ МОДЕЛИ ТРУБОПРОВОД-ЖИДКОСТЬ
СО СКОРОСТНЫМ ТЕЧЕНИЕМ ЖИДКОСТИ
ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ КРЕПЛЕНИЯ ТРУБОПРОВОДА

Ковальчук О.П., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка задачі.

Розглядаються питання побудови моделі для задачі про трубопровід з рухомою рідиною при різних способах закріплення кінців трубопроводу.

Вважаємо, що рух рідини заданий, рідина ідеальна, а труба буде розглядатись на основі балочної моделі. Також будемо вважати, що труба є достатньо довгою по відношенню до її діаметру. Важливо відмітити, що якщо початкові збурення в системі лежать в одній площині, то і в подальшому рух системи буде відбуватись тільки в цій площині.

В статті досліджено поведінку трубопроводу при швидкісній течії на основі нелінійної моделі, побудова якої базується на основі варіаційного принципу Гамільтона-Остроградського. Важливим моментом є те, що вихідна система для випадку нелінійної моделі вимагає мішаного опису її компонент. Оскільки рідина має бути описана в змінних Ейлера, а трубопровід в змінних Лагранжа, то функція Лагранжа для варіаційного принципу Гамільтона-Остроградського матиме вигляд:

$$\begin{aligned} L = & \frac{1}{2} \mu \int_0^l \left(\frac{\partial u}{\partial t} \right)^2 dx + \frac{1}{4} \mu \int_0^l \left(\frac{\partial u}{\partial t} \right)^2 \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 dx - \frac{1}{2} EJ \int_0^l \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \right)^2 dx - \\ & - \frac{1}{4} EJ \int_0^l \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \right)^2 \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 dx - \frac{1}{2} EF \int_0^l u'^3 u dx + \frac{1}{4} \rho V^2 \int_0^l \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 dx - \\ & - \frac{1}{16} \rho V^2 \int_0^l \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^4 dx + \frac{1}{2} \rho \int_0^l \left(\frac{du}{dt} \right)^2 dx + \frac{1}{4} \rho \int_0^l \left(\frac{du}{dt} \right)^2 \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 dx + \\ & + \rho V \int_0^l \frac{\partial u}{\partial x} \frac{du}{dt} dx + \frac{1}{2} PF \int_0^l \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 dx + \frac{1}{2} \rho V^2 \int_0^l dx. \end{aligned} \quad (1)$$

Динамічна модель базується на основі сукупного використання принципу Гамільтона-Остроградського та методу модальної декомпозиції, тому для подальшого спрощення моделі скористаємось методом представлення розв'язку через форми коливань

$$u = \sum_i c_i(t) A_i(x),$$

де $c_i(t)$ – амплітудні параметри коливань, що залежать від часу; $A_i(x)$ – форми коливань, які є повною ортогональною системою функцій.

Побудовано рівняння Лагранжа другого роду для функції Лагранжа (1). Після розв'язання системи рівнянь відносно других похідних амплітудних параметрів, яке робиться на основі методів

нелінійної механіки з використанням цієї властивості, що система рівнянь відносно амплітудних параметрів містить лише члени першого і третього порядків малості, а члени другого порядку малості відсутні, одержимо рівняння руху системи у вигляді

$$\begin{aligned} \ddot{c}_r = & -\frac{EJ}{\rho+\mu} \kappa_r^4 c_r + \frac{7}{2} \frac{\rho V^2}{(\rho+\mu)N_r} \sum_i c_i \beta_{ir}^2 + \frac{2\rho V}{(\rho+\mu)N_r} \sum_i \dot{c}_i (\beta_{ri}^1 - \beta_{ir}^1) \\ & - \frac{PF}{(\rho+\mu)N_r} \sum_i c_i \beta_{ir}^2 - \frac{2\rho \dot{V}}{(\rho+\mu)N_r} \sum_i c_i \beta_{ir}^2 - \frac{13}{4} \frac{\rho V^2}{(\rho+\mu)N_r} \sum_{ijk} c_i c_j c_k d_{ijk}^4 - \\ & - \sum_{ijk} \dot{c}_i \dot{c}_j c_k \frac{1}{N_r} \left(d_{jkir}^2 - \frac{1}{2} d_{krij}^2 \right) - \frac{EJ}{(\rho+\mu)N_r} \sum_{ijk} c_i c_j c_k d_{ijkl}^6 - \\ & - \frac{2EF}{(\rho+\mu)N_r} \sum_{ijk} c_i c_j c_k d_{ijk}^3 - \frac{1}{2N_r} \sum_{pjk} c_j c_k \left(-\frac{EJ}{(\rho+\mu)} \kappa_p^4 c_p + \right. \\ & + \frac{7}{2} \frac{\rho V^2}{(\rho+\mu)N_p} \sum_i c_i \beta_{ip}^2 + \frac{2\rho V}{(\rho+\mu)N_p} \sum_i \dot{c}_i (\beta_{pi}^1 - \beta_{ip}^1) - \\ & \left. - \frac{PF}{(\rho+\mu)N_p} \sum_i c_i \beta_{ip}^2 - \frac{2\rho \dot{V}}{(\rho+\mu)N_p} \sum_i c_i \beta_{ip}^2 \right) \end{aligned} \quad (2)$$

де EJ – згинна жорсткість балки; F – площа поперечного перерізу труби; ρ – лінійна густина рідини; μ – лінійна густина матеріалу балки; P – внутрішній тиск у трубі; l – довжина балки.

Система рівнянь (2) є рівняннями нелінійної дискретної моделі системи трубопровід – рідина в амплітудних параметрах.

Ці рівняння легко зводиться до форми Коші, що надалі дозволяє використати чисельні методи для дослідження перехідних режимів руху. На основі розвинутого підходу було досліджено поведінку труби з рідиною при різних швидкостях течії рідини.

Маємо граничні умови, які відповідають постановці задачі про визначення форм коливань системи:

$$u = 0, \quad \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0 \quad \text{при } x=0 \text{ і } x=l \text{ відповідають шарнірному опираю;}$$

$$u = 0, \quad \frac{\partial u}{\partial x} = 0 \quad \text{при } x=0 \text{ і } x=l \text{ відповідають консольному защемленню;}$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0, \quad \frac{\partial^3 u}{\partial x^3} = 0 \quad \text{при } x=l \text{ відповідають вільному краю балки.}$$

Чисельне моделювання. Розглядається система трубопровід-рідина, при швидкості течії $V = 0,5V_{kr}$. Вважаємо, що рух трубопроводу мав початкове збурення за законом $c_2(0) = 0,02l$.

Розглянемо випадки: консоль, консоль-шарнір, шарнір-шарнір, консоль-консоль. Виконаємо розрахунки для труби з алюмінію довжиною 1м. На рисунку 1а, показано закон зміни амплітуди першої форми коливань, на рисунку 1б і 1в закон зміни амплітуди другої і третьої форми коливань відповідно, де тонка лінія відповідає консольному закріпленню, товста лінія – консоль-шарнір, штрих-пунктирна тонка відповідає закріпленню шарнір-шарнір і штрих-пунктирна товста – випадок двобічного консольного закріплення.

З рисунків видно, що ефект перекачки енергії в амплітуди форми коливань стає все більш помітним. Подібні явища ми спостерігаємо і при дослідженні всіх варіантів закріплення

трубопроводу. При дослідженні цих чотирьох випадків закріплення випадків бачимо, що такі загальні тенденції системи зберігаються і надалі.

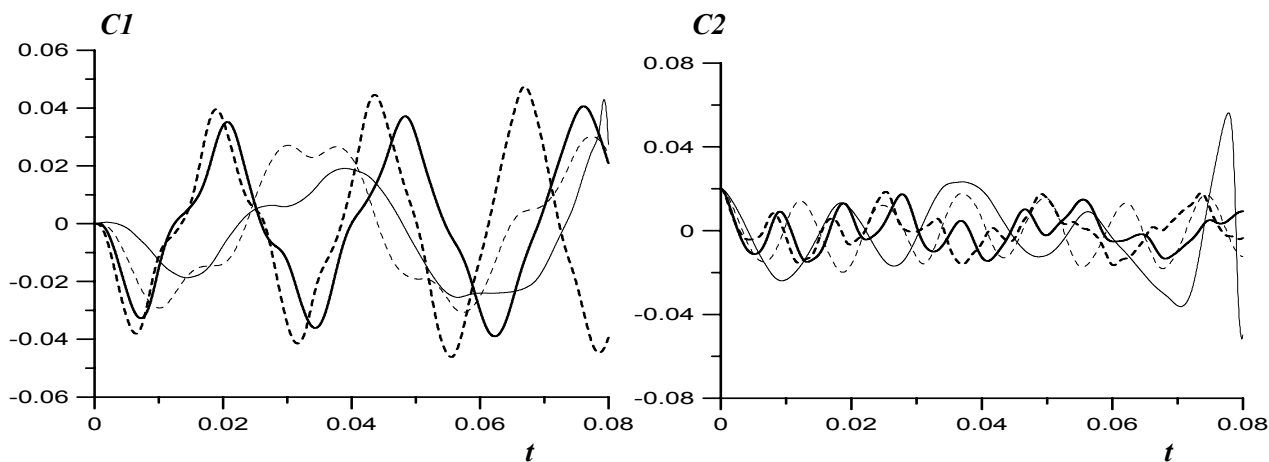


Рисунок 1, а

Рисунок 1, б

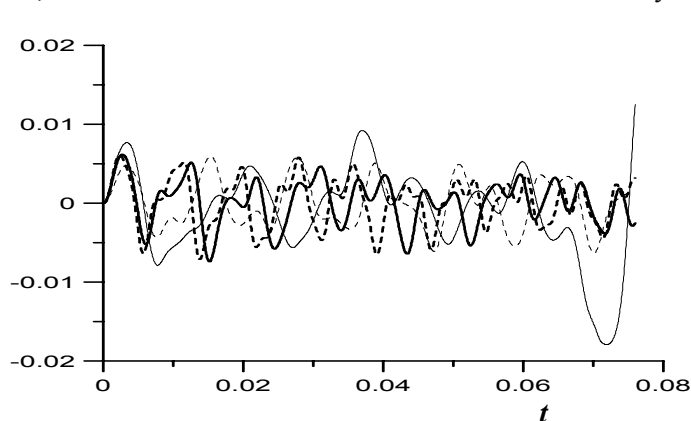


Рисунок 1, в

Висновки. Вирішальним у поведінці трубопроводу – рідини, незалежно від способу закріплення, є наближення швидкості течії рідини до критичної. При швидкостях, які наближені до половини критичної швидкості, спостерігається цілеспрямований енергообмін в системі, який приводить до зростання початкових збурень в часі, який може привести до небезпечних ситуацій. Найбільш складно і з більшими амплітудами ці явища проявляються для закріплень з вільними кінцями.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Василевский Ю.Е., Лимарченко О.С. Нелинейная модель динамики трубопровода при скоростном течении жидкости // Комплексный анализ и течения с вільними границями, Збірник праць Інституту математики НАН України. – Київ: Інститут математики НАН України. —2006. — 2, №4. — С. 322-334.
2. Бондарь Н.Г. Нелинейные автономные задачи механики упругих систем. – Киев, Будивельник, 1971. –140 с.
3. Кильчевский Н.А. Курс теоретической механики, том 2. – М.: Наука, 1977. – 544 с.

REFERENCES

1. Vasilevskij Ju.E., Limarchenko O.S. Nelinejnaja model' dinamiki truboprovoda pri skorostnom tečenii zhidkosti // Kompleksnij analiz i techii z vil'nimi granicjami, Zbirnik prac' Institutu matematiki NAN Ukraïni. – Kiïv: Institut matematiki NAN Ukraïni. —2006. — 2, №4. — S. 322-334. (Rus)
2. Bondar' N.G. Nelinejnye avtonomnye zadachi mehaniki uprugih sistem. – Kiev, Budivel'nik, 1971. –140 s. (Rus)
3. Kil'chevskij N.A. Kurs teoreticheskoy mehaniki, tom 2. – M.: Nauka, 1977. – 544 s. (Rus)

РЕФЕРАТ

Ковальчук О.П. Дослідження форм коливань моделі трубопровід-рідина з швидкісною течією рідини при різних способах закріплення трубопроводу / О.П. Ковальчук // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

Розглянуто задачу нелінійної динаміки трубопроводу з рідиною. Трубопроводи з рідиною є складовою багатьох інженерних систем. Ми розглядаємо трубопровід при різних закріпленнях, який перебуває під дією швидкісної течії рідини. Коли швидкість рідини наближається до критичної, енергія рідини може перерозподілитись, і тоді коливання трубопроводу можуть збільшитись. Це може призвести інколи і до руйнування трубопроводу.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КРИТИЧНА ШВИДКІСТЬ, ТРУБОПРОВІД, РІДИНА, ЕНЕРГІЯ РІДИНИ.

ABSTRACT

Kovalchuk O.P. Research model forms of vibrations pipeline-liquid with high-speed fluid flow at different ways consolidation of pipeline. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

The task of nonlinear dynamics of pipeline is considered with a liquid Pipelines with a liquid are the constituent of many engineering systems. We examine a pipeline at the different fixings which is under the action of speed flow of liquid. When speed of liquid approaches critical, energy of liquid can redistribute, then vibrations of pipeline can increase. Sometimes this can results in destruction of pipeline.

KLJUCHOVI SLOVA: KRITICHNA SHVIDKIST, TRUBOPROVID, RIDINA, ENERGIJA RIDINI.

РЕФЕРАТ

Ковальчук О.П. Исследование форм колебаний модели трубопровод-жидкость со скоростным течением жидкости при различных способах крепления трубопровода / О.П. Ковальчук // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

Рассмотрена задача нелинейной динамики трубопровода с жидкостью. Трубопроводы с жидкостью являются составляющей многих инженерных систем. Мы рассматриваем трубопровод при различных закреплениях, находящийся под действием скоростного течения жидкости. Когда скорость жидкости приближается к критической, энергия жидкости может перераспределиться, и тогда колебания трубопровода могут увеличиться. Это может привести, иногда, и к разрушению трубопровода.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: КРИТИЧЕСКАЯ СКОРОСТЬ, ТРУБОПРОВОД, ЖИДКОСТЬ, ЕНЕРГІЯ ЖИДКОСТИ.

АВТОР:

Ковальчук Оксана Петрівна, асистент кафедри інформаційних систем і технологій Національного транспортного університету, kovalchuk_op@mail.ru, 0968349605, Київ, Україна, вул. Суворова 1.

AUTHOR:

Kovalchuk Oksana Petrovna, Department of Systems and Technologies ynformatsiynyh National Transport University, kovalchuk_op@mail.ru, 0968349605, Kyiv, Ukraine, Suvorov 1

АВТОР:

Ковальчук Оксана Петровна, ассистент кафедры информационных систем и технологий Национального транспортного университета, kovalchuk_op@mail.ru, 0968349605, Киев, Украина, ул. Суворова 1

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Баранов Г.Л., професор кафедри інформаційних систем і технологій Національного транспортного університету, доктор технічних наук, професор.

Безверхий О.І., д.ф.-м.н, професор, Інститут механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України, вул. Нестерова, 3, Київ.

REVIEWER:

Baranov GL, Professor of Information Systems and Technology NTU, PhD, Professor.

Bezverkhyy O.I., d. F.-M. Mr. Professor, Institute of Mechanics. SP Timoshenko National Academy of Sciences of Ukraine, ul. Nesterov, 3, Kyiv.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДОЛОГІЧНОЇ БАЗИ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО ПОСТАЧАЛЬНИКА

Ковальчук С.О., Національний транспортний університет, м. Київ, Україна

METHODOLOGICAL RESEARCHING BASE OF OPTIMAL SUPPLIER CHOICING

Kovalchuk S.O., National transport university, Kyiv, Ukraine

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКОЙ БАЗЫ ВИБОРА ОПТИМАЛЬНОГО ПОСТАВЩИКА

Ковальчук С.А., Национальный транспортный университет, г. Киев, Украина

Постановка проблеми. Проблеми вибору оптимального постачальника, який би був надійним партнером для підприємств, установ та організацій, є одними з найважливіших питань в умовах сучасного ринку. Так на ринку функціонує велика кількість постачальників товарів, робіт та послуг, але існує ряд критеріїв, які їх відрізняють.

Питаннями вибору постачальника займалися такі вчені, як Майкл Р. Ліндерс, Харольд Е. Фіроном, Ф. Котлер, Б.А.Анікін, А.М.Гаджинський, К. Ендрюс, А. Дж. Стрікланд, Х. Макміл'ян, М. Сасенко, Л.Балабанова.

Виділяють декілька основних підходи до вибору постачальника товарів, робіт та послуг.

Експертний підхід – ґрунтується на оцінках постачальника фахівцями, які можуть адекватно оцінити ті чи інші параметри, що характеризують постачальника. Таким чином, вибір оптимального постачальника відбувається на основі отриманих рейтингів або інтегральних експертних оцінок. Недоліком є те, що між вибором з декількох постачальників експерти оцінюють їх суб'єктивно, але при збільшенні кількості постачальників, суб'єктивізм експертів зменшується, так як збільшується кількість оцінок.

При оцінках постачальників доцільно дотримуватись певних критеріїв. Зокрема, незначна відмінність в твердженнях не має сильно впливати на відповідне числове значення, й навпаки, значна відмінність має відображатись відповідним збільшенням на числовій шкалі [1].

Аналітичний підхід – ґрунтується на розрахунковому ряді показників, що характеризують постачальника. Недоліком цього методу є те, що потенційний постачальник не завжди надає достовірну інформацію. Тому, при відсутності та недостовірності даних, розрахунки не відображають в повній мірі доцільності співпраці з таким постачальником.

На даний момент на ринку функціонує велика кількість постачальників і тому виникає проблема вибору оптимального постачальника, який буде в подальшому надійним партнером. Оптимальний постачальник має задовольняти потреби замовника в повному обсязі та своєчасно.

Для вибору оптимального постачальника можуть застосовуватись різні методи [2,3,4]:

- оголошення конкурсу (тендера);
- вивчення рекламних матеріалів;
- відвідування ярмарок, виставок;
- листування або особисті контакти з можливими постачальниками та інші методи.

Зарубіжні фахівці наводять моделі, що поєднують експертну оцінку, методи формування обмежень деяких показників, та економічні розрахунки з використанням закупівельних цін постачальників. У той же час немає чіткої формалізованої моделі, яка орієнтована на кількісну оцінку постачальника.

Ефективний вибір оптимального постачальника залежить від оцінювання його спроможності задовольняти такі критерії: якість товарів / послуг, обсяги постачань, рівня ціни на товари / послуги, рівня обслуговування, надійності і т.д.

Прийнятними є два напрями вибору оптимального постачальника:

- вибір оптимального постачальника з підприємств, з якими вже встановлено ділові відносини, що полегшує вибір, оскільки попередньо відома інформація про їхню діяльність. У цьому випадку застосовується алгоритм: аналіз одержаної інформації про роботу з постачальником; аналіз інформації за критеріями вибору; прийняття рішення про вибір оптимального постачальника;

- вибір нового оптимального постачальника на основі результатів пошуку і аналізу нової інформації. В цьому випадку багато часу витрачається на перевірку потенціального постачальника або проведення конкурсу, але витрати можуть бути окуплені, якщо потенційний постачальник складе конкуренцію існуючому.

Як правило, первинним критерієм відбору є ціна та якість товару або послуги. Якщо умови ціни та якості задовольняють потреби замовника то для подальшого аналізу можуть застосовуватись різноманітні методи оцінки постачальників. У цьому випадку можуть застосовуватись такі моделі, як доміантна модель, лексикографічна модель, модель очікуваної корисності, може застосовуватись метод експертних оцінок та система ранжирування. Критерії ранжирування обираються виходячи з вимог замовника, які пред'являються до оптимального постачальника.

До числа значущих характеристик постачальника, як правило відносять, якість товарів/послуг, фінансові умови, розташування, супутній сервіс та інше.

Одним з найбільш вагомих критеріїв відбору є якість. Надійність постачальника також є одним з ключових показників, що визначає його здатність задовольняти на протязі тривалого часу, вимоги замовника до якості товарів/ послуг, терміну постачання та об'ємам. Партнерство з надійним постачальником, це один з головних принципів у сучасних мікрологістичних стратегіях.

Велике значення при виборі оптимального постачальника, також має його здатність задовольняти певні потреби замовника та швидко реагувати на їх зміни.

Наступну сферу параметру оцінки оптимального постачальника складають фінансові умови. Головне місце тут займає ціна товарів або послуг. Але в певних випадках на перший план виступають й інші фінансові умови, наприклад здатність постачальника надавати розстрочку платежу, надавати товари / послуги в кредит. Важливу роль, також, відіграють знижки.

Крім того існує велика група якісних показників, які відіграють важливу роль при виборі оптимального постачальника, до таких показників відносяться: ділова репутація, відсутність негативних повідомлень про нього від партнерів по бізнесу або в засобах масової інформації, доброзичливість, здатність до контакту та довгостроковим партнерським відносинам.

Велику роль відіграє також його географічне розташування. Важливість цього критерію обумовлюється перш за все транспортними витратами на транспортування товарів.

У таблиці 1 наведено методи оцінки та рейтингування постачальників, та наведено суть, переваги та недоліки цих методів [5].

Таблиця 1 – Методи оцінки та рейтингування постачальників

Метод	Сутність методу	Переваги	Недоліки
1. Категорії переваг	Такий метод має на увазі наявність великої та різноманітної інформації з багатьох джерел	Інформація з різних джерел, що дає їй бути більш достовірною	Складність в отриманні інформації
2. Оцінки витрат	Весь досліджуваний процес постачання ділиться на кілька можливих варіантів, і для кожного розраховуються всі витрати і доходи. Потім з набору варіантів вибирається найбільш вигідний	Дозволяє визначити «вартість» вибору постачальника	Потребує значного обсягу інформації та аналізу інформації щодо кожного постачальника
3. Домінуючі характеристики	Зосередження на одному вибраному параметрі (критерії)	Простота	Ігнорування інших факторів – критеріїв
4. Бальний	Вибираються основні критерії вибору постачальника, далі працівниками служби закупівель або залученими експертами встановлюється їх значущість експертним шляхом	Постачальників можна оцінити в балах	У разі звернення до потенційних постачальників складно отримати об'єктивні дані, необхідні для роботи експертів

Метод	Сутність методу	Переваги	Недоліки
5. Сааті (ієрархій)	Порівняння різних критеріїв або об'єктів між собою для розробки загальної ієрархії та становить парні порівняння	Дозволяє працювати з якісними критеріями та дозволяє визначити пріоритетність вибору кожного потенційного постачальника	одночасно можна порівнювати до 15-ти альтернатив; матриці парних порівнянь (МПП) та уся ієрархія мають бути узгодженими; елементи МПП, порівнювані попарно, мають бути порівнянними за дев'ятибальною шкалою, запропонованою Т. Сааті; метод вимагає значної участі експертів для виконання попарних порівнянь альтернатив і критеріїв.

Однак наведені методи мають певні недоліки. Застосування одних методів передбачає необхідність збору й аналізу значного обсягу інформації, інших – зосередження уваги на одному з факторів (або критеріїв) та ігнорування інших, що, на думку автора, є не досить коректним. До того ж автор вважає, що вибір підприємств-постачальників товарних ресурсів повинен здійснюватися в контексті зв'язку пріоритетності кожного постачальника з урахуванням відповідності всіх критеріїв, які з точки зору певного торговельного підприємства є для нього важливішими [6].

Робота над стратегією вибору оптимального постачальника починається зі всебічного вивчення ситуації, яка склалася на ринку в якому діє замовник. Одним з інструментів регулярного стратегічного управління є матриця якісного стратегічного аналізу, або матриця SWOT-аналізу.

Застосування методу SWOT дає можливість встановити лінії зв'язку між силою та слабкістю, які притаманні організації, і зовнішніми загрозами та можливостями. SWOT-аналіз підкреслює, що стратегія повинна якнайкраще поєднувати внутрішні можливості компанії (її сильні та слабкі сторони) і зовнішню ситуацію, частково відображену в можливостях і загрозах. Тому, стратегічний баланс, тобто поєднання негативних та позитивних факторів, що впливають на діяльність підприємства, як ззовні, так і зсередини, допомагає правильно оцінити можливості, які відкриваються перед компанією в майбутньому [6].

SWOT-аналіз – це інструмент стратегічного аналізу, суть якого полягає у встановленні зв'язків між найхарактернішими для підприємства можливостями, загрозами, сильними сторонами (перевагами) і слабкостями, результати якого надалі можна використати для формулювання і вибору стратегій підприємства [7].

Реалізація SWOT-аналізу на практиці дасть змогу перетворити власні слабкі сторони в сильні та усунути зовнішні загрози за рахунок наявних можливостей. А також дасть змогу більш якісного відбору постачальників, саме тих, які потрібні підприємству у реалізації пріоритетів та цілей, що зменшить ризик у майбутньому, а також дасть певні гарантії надійності.

Висновок. Вибір оптимального постачальника є складною багатоступінчатою процедурою, від результатів якої в подальшому залежить подальше функціонування підприємства. Запропоновані у статті моделі та методи, дозволяють обрати з числа потенційних постачальників оптимального, що дозволить в подальшому вигідно закуповувати товари/послуги, більш тісно співпрацювати, отримувати суттєві знижки, вести спільні проекти.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Саати Т. Математические модели конфликтных ситуаций / Т.Саати. – М.: «Сов. радио», 1977. – 304 с.
2. Котлер Ф. Основы маркетинга: перевод с англ. / Ф.Котлер. – М.: Прогресс, 2003. – 736 с.
3. Петрович Й.М., Захарчин Г.М. Організація виробництва: Підручник – Львів: «Магнолія плюс», 2006. – 400 с.
4. Майкл Р. Линдерс. Управление снабжением и запасами. / Линдерс Р. Майкл. – СПб: ООО «Виктория плюс», 2002. – 768 с.
5. Тимошенко И.И. Менеджер организации : учебное пособие / И.И.Тимошенко, А.С.Соснин. – К. : Е.У.Ф., 1999. – 348 с.
6. Томпсон А. А. Стратегический менеджмент: Искусство разработки и реализации стратегии : учебник для вузов / А. А. Томпсон, А. Дж. Стрикленд ; под. ред Л. Г. Зайцева, М. И. Соколовой. – М. : Банки и биржи, ЮНИТИ, 1998. – 576 с.
7. SWOT-аналіз – основа формування маркетингових стратегій підприємства : навч. посібн. / під ред. док. екон. наук, професора, академіка АЕН України, зав. кафедри маркетингового менеджменту Донецького державного університету економіки і торгівлі ім. Михайла Туган-Барановського Л. В. Балабанової. – Донецьк : ДонДУЕТ, 2001. – 180 с.

REFERENCES

1. T. Saaty. Matematyckeskiye models knflyktnyh situations / T.Saaty. – M. : "Sov. Radio ", 1977. – 304 p.
2. F. Kotler. Marketing Basics: Translation with Eng. / Firm of. – M. : Progress, 2003. – 736 p.
3. Petrovich Y.M., Zaharchyn G.M. Organization of production: Tutorial – Lviv: "Magnolia Plus", 2006. – 400 p.
4. Michael R. Lynders. Manage snabzhenyem and stocks. / Michael R. Lynders. – St. Petersburg: LLC "Victoria plus", 2002. – 768 p.
5. Tymoshenko I.I. Manager of the organization: uchebnoe posoby / Y.Y.Tymoshenko, A.S.Sosnyn. – K: E.U.F., 1999. – 348 p.
6. Thompson A.A. Stratehychesky Management: Art of development and Implementation Strategy: Textbook for Universities / AA Thompson, AJ. Strickland; under. Ed L. Zaitsev, MI Sokolovoy. – Moscow: Banks and exchanges, UNITY, 1998. – 576 p.
7. SWOT-analysis – Basis of marketing strategy firm: teach. posibn. / Ed. Doc. Econ. , Professor, Academician of Ukraine, Head. the Department of Marketing Management Donetsk State University of Economics and Trade named. Mikhail Tugan-Baranovsky L. Balabanov. – Donetsk: DonDUET, 2001. – 180 p.

РЕФЕРАТ

Ковальчук С.О. Дослідження методологічної бази вибору оптимального постачальника / С.О.Ковальчук // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

В статті розглянуто особливості вибору оптимального постачальника, критерії оцінки оптимального постачальника. Зроблено висновки про ефективність застосування підходів для вибору оптимального постачальника товарів/послуг.

Об'єкт дослідження – методи та моделі вибору оптимального постачальника.

Мета роботи – розробка рекомендацій щодо процесу використання методів статистичного аналізу для формування матриці альтернативних проектних рішень з врахування циклічного розвитку ринкового середовища.

Результати статті створюють науково-теоретичну базу для формалізації чинників які впливають на прийняття рішень з вибору оптимального постачальника.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ОПТИМАЛЬНИЙ ПОСТАЧАЛЬНИК, ВИБІР, МОДЕЛІ, ОЦІНКА, КРИТЕРІЇ, ЯКІСТЬ.

ABSTRACT

Kovalchuk S.O. Methodological researching base of optimal supplier choicing. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

In the article features of choosing the best vendor evaluation criteria optimal supplier. The conclusions about the effectiveness of approaches to choose the best supplier of goods / services.

Object of study – methods and models of choosing the best provider

Purpose of the study develop recommendations for process use methods of statistical analysis to form a matrix of alternative design solutions with consideration of cyclical market environment

The results of the article provide scientific and theoretical basis for the formalization of the factors that influence the decision on choosing the best supplier.

KEYWORDS: OPTIMAL SUPPLIER, CHOICE, MODELS, ESTIMATION, CRITERIA, QUALITY.

РЕФЕРАТ

Ковальчук С.А. Исследование методологической базы выбора оптимального поставщика / С.О.Ковальчук // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье рассмотрены особенности выбора оптимального поставщика, критерии оценки оптимального поставщика. Сделаны выводы об эффективности применения подходов для выбора оптимального поставщика товаров/услуг.

Объект исследования – методы и модели выбора оптимального поставщика.

Цель работы – разработка рекомендаций относительно процесса использования методов статистического анализа для формирования матрицы альтернативных проектных решений с учетом циклического развития рыночной среды.

Результаты статьи создают научно-теоретическую базу для формализации факторов, которые влияют на принятие решений выбора оптимального поставщика.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ОПТИМАЛЬНЫЙ ПОСТАВЩИК, ВЫБОР, МОДЕЛИ, ОЦЕНКА, КРИТЕРИИ, КАЧЕСТВО.

АВТОР:

Ковальчук Світлана Олександрівна, Національний транспортний університет, старший викладач кафедри транспортного права та логістики, e-mail: swettla@ukr.net, тел. +380442544326, Україна, 01010 м. Київ, вул. Суворова, 1, к. 439.

AUTOR:

Kovalchuk Svetlana O., National Transport University, senior lecturer in department of transport law and logistics, e-mail: swettla@ukr.net, tel. +380442544326, Ukraine, 01010 Kyiv, str. Suvorov, 1, k 439.

АВТОР:

Ковальчук Светлана Алексеевна, Национальный транспортный университет, старший преподаватель кафедры транспортного права и логистики, e-mail: swettla@ukr.net, тел. +380442544326, Украина, 01010 г. Киев, ул. Суворова, 1, к. 439.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Мельниченко О.І., кандидат технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри транспортного права та логістики, Київ, Україна.

Далека В.Х., доктор технічних наук, професор, Харківський національний університет міського господарства імені О.М.Бекетова, завідувач кафедри електричного транспорту, Харків, Україна.

REVIEWER:

Melnichenko O.I., PhD, Engineering (Dr.) associate professor, National Transport University, associate department of transport law and logistics, Kyiv, Ukraine.

Daleka V.H., PhD, Engineering (Dr.) associate professor, Kharkiv National University urban economy named O.M.Beketova, head of the department electric vehicles, Kharkov, Ukraine.

СТВОРЕННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ТРАНСФЕРУ ЕНЕРГО-
ТА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ РОЗВИТКУ
ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ

Егоров С.О., Центр трансферу технологій Академії технологічних наук України, Київ, Україна
Рудницький Є.А., Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління
Міністерства екології та природних ресурсів України, Київ, Україна
Дятчик Д.І., Національний транспортний університет, Київ, Україна

CREATION AND IMPLEMENTATION OF THE SYSTEM OF TRANSFER OF ENERGY
AND RESOURCE SAVING TECHNOLOGIES FOR THE DEVELOPMENT
OF ROAD TRANSPORT COMPLEX OF UKRAINE

Iehorov S.O., Center of Technology Transfer of the Academy of Technological Sciences of Ukraine,
Kiev, Ukraine
Rudnyckij E. A., State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management of the
Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine
Diatchyk D.I., National Transport University, Kyiv, Ukraine

СОЗДАНИЕ И ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ ТРАНСФЕРА ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ
ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РОЗВИТКУ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА УКРАИНЫ

Егоров С.А., Центр трансфера технологий Академии технологических наук Украины, Киев,
Украина
Рудницкий Е.А., Государственная экологическая академия последипломного образования и
управления Министерства экологии и природных ресурсов Украины, Киев, Украина
Дятчик Д.И., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Забезпечення економічного відновлення є основним завданням, поставленим на державному рівні [1]. Сьогодення вимагає закладення основ кардинальної реструктуризації економіки в напрямі інноваційної моделі розвитку. Все це неможливо без поглиблення інноваційних процесів у всіх сферах суспільного життя країни. Економічна та політична безпеки кожної країни залежить від рівня конкурентоспроможності її економіки на світовому ринку. Більшість підприємств практично вичерпали резерви для нарощування випуску продукції. У той же час досвід провідних підприємств різних галузей засвідчує, що забезпечення приросту обсягів виробництва залежить від вчасного перепрофілювання на випуск принципово нових видів продукції. Сьогодні не треба проводити якихось складних наукових досліджень, щоб побачити, що серед факторів забезпечення конкурентних переваг з кожним роком все більш вагомого значення набуває інноваційне лідерство як результат випереджаючого застосування у виробництві результатів наукової та науково-технічної діяльності. З цих причин трансфер технологій на вітчизняних підприємствах набуває особливої актуальності. Саме трансфер інноваційних технологій дозволить прискорити технологічний розвиток підприємств та відновити їх потужності, що підвищить конкурентоспроможність вітчизняних продуктів та зменшить їх ціни. Впровадження та комерціалізація конкурентоспроможних передових технологій, ефективний технологічний обмін розширить можливості високотехнологічного експорту та імпорту, сприятиме налагодженню техніко-економічного співробітництва між Україною та зарубіжними державами. Успішний процес інтеграції України в світове економічне співтовариство не можливий без координації зусиль з випуску якісної та безпечної продукції. Успіх іноземних країн зумовлює необхідність вивчення іноземного досвіду, зокрема щодо створення центрів трансферу технологій.

Проблеми забезпечення ефективного трансферу технологій як невід'ємної складової інноваційної діяльності знайшли своє відображення у працях багатьох вітчизняних та іноземних науковців, таких як О. Андросова, П. Іжевський, О. Пічкур, В. Соловійов, Л. Федулова, Н. Чумаченко, Н. Чухрай, Д. Бенкета, М. Богуславський, С. Валдайцева, М. Кондо, К. Маскуса, Б. Санто, Д. Тіса, Н. Фонштейна, Д. Форда, І. Френкеля. Незважаючи на значний внесок вищезазначених науковців у

розробку цієї тематики, існують проблеми, які потребують подальших досліджень для досягнення практичного результату.

Ще нещодавно в такій економічно розвинутій країні Сполучені Штати Америки точилися дискусії як перетворити винаходи на гроші. Сьогодні американські університети виступають економічними двигунами, виконуючи наукові дослідження, які створюють нові галузі промисловості, сприяють економічному зростанню і тримають Сполучені Штати конкурентоспроможними на світовому ринку. Що ж саме призвело країну до такого успіху. Відповідь проста – створення на базі вищих навчальних закладів наукових центрів та всебічна їх підтримка на державному рівні. Головна мета таких утворень це створення реального «мосту» між університетською наукою і промисловістю [2].

Аналіз проблем організації процесу комерціалізації науково-технічних результатів діяльності вищих навчальних закладів (ВНЗ) України свідчить про недосконалість, нерозвиненість ланки і механізму комерціалізації завершених науково-технічних розробок і технологій. Це обумовлює потребу у формуванні в ВНЗ відповідних ланок інноваційної інфраструктури та / або удосконаленні існуючих організаційних процесів та відпрацюванні ефективних механізмів для комерціалізації знань і технологій.

Для вирішення цих проблем фахівцями Національного транспортного університету та Національної мережі трансферу технологій в 2014-2015 роках реалізується проект «Створення та впровадження системи трансферу енерго- та ресурсозберігаючих технологій для розвитку дорожньо-транспортного комплексу України», який сприятиме не тільки встановленню технологічного співробітництва між організаціями науково-освітньої сфери, компаніями і підприємствами дорожньо-транспортної галузі, але й створить можливості для поширення отриманого досвіду та розробленого інструментарію між іншими ВНЗ України [3].

В рамках даного проекту передбачається створення системи трансферу енергозберігаючих технологій для розвитку дорожньо-транспортного комплексу, з використанням досвіду роботи Національної мережі трансферу технологій (далі – НМТТ).

НМТТ будується відповідно до принципів єдності форматів технологічної інформації, якою обмінюються між собою учасники національної мережі трансферу технологій, методологічної сумісності з Європейською мережею підприємств (EEN), орієнтації на професійних учасників процесу трансферу технологій, контролю якості вхідної інформації, відкритості мережі для нових учасників. Для учасників та організацій, що мають намір працювати в НМТТ, проводяться навчальні семінари, протягом яких фахівці організацій отримують теоретичні знання і практичні навички методології роботи із використанням сучасного інструменту трансферу технологій - електронної платформи UTTN [4].

Слід відмітити, що згідно Плану заходів з імплементації Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, до грудня 2015 року, передбачена інтеграція Національної мережі трансферу технологій до європейських мереж. Згідно мінімальних стандартів та керівних принципів для створення Національних контактних пунктів (НКП) у рамках Горизонт 2020, буде впроваджена співпраця між Україною та Мережею європейських підприємств (Enterprise Europe Network - EEN) з оглядом на національні обставини. Це буде включати дискусійні семінари (workshops) для малих та середніх підприємств (МСП), особливо для нових підприємств-учасників, яке спрямовує потенційних учасників до найбільш підходящих послуг. Більшість вищих навчальних закладів в переліку Національних контактних пунктів рамкової програми ЄС Горизонт 2020, затвердженого Наказом Міністерства освіти і науки України №1802 від 20.12.2013р., є сертифікованими членами НМТТ. В процесі інтеграції, Національна мережа трансферу технологій об'єднає під своїм патронатом всіх учасників інноваційної інфраструктури України [5].

Система трансферу енерго- та ресурсозберігаючих технологій для розвитку дорожньо-транспортного комплексу України буде інтегрована до Національної мережі трансферу технологій, а Національний транспортний університет, як учасник НМТТ, забезпечить доступ до своїх науково-технічних розробок всім зацікавленим особам на національному та міжнародному рівнях.

В рамках реалізації проекту автори пропонують створити в Національному транспортному університеті Університетський Офіс з Трансферу Технологій (далі - Офіс) у формі робочого органу при ректоріві для організації робіт з питань комерціалізації науково-технічних розробок і надання послуг з трансферу технологій іншим учасникам НМТТ та її клієнтам.

Офіс матиме можливість самостійно, в межах власної спеціалізації, або з залученням інших учасників мережі НМТТ надавати наступні послуги:

- розміщення інформації в Національній мережі трансферу технологій, міжнародних мережах комерціалізації (технологічні запити та пропозиції);

- надання послуг технологічного брокера в мережі трансферу технологій;
- пошук перспективних проектів за замовленням інвестора;
- пошук інвесторів і партнерів для реалізації інноваційних проектів;
- пошук для замовника технологічних рішень, нових технологій і продуктів;
- просування та супровід пропозиції (запиту) замовника;
- комплексні послуги мережевого трансферу (від технологічного аудиту та маркетингу до просування і супроводу пропозиції/запиту замовника).

Співробітники ВНЗ, що беруть участь в мережі НМТТ в якості експертів, за допомогою Офісу надаватимуть послуги експертизи інноваційних проектів:

- науково-технічна експертиза пропозицій і проектів;
- оцінка працездатності запропонованих технологій і пристроїв;
- оцінка інноваційного та комерційного потенціалу пропозиції або проекту в сфері наукомістких технологій;
- формування короткою анотації, резюме або опису пропозиції або проекту;
- надання висновку щодо інноваційних пропозицій і проектів у сфері наукомістких технологій.

Успішність комерціалізації залежить не тільки від перспективності технології. Багато що залежить від ситуації на ринку. Одним з маркетингових інструментів Офісу буде інформаційно-комунікаційна платформа, за допомогою якої:

- партнерам та потенційним замовникам послуг Офісу надаватиметься інформація з питань, пов'язаних з дорожньо-транспортною галуззю, пропозиції (технологічні профілі) щодо комерціалізації закінчених науково-дослідних робіт та можливостей спільного впровадження у виробництво інноваційних розробок тощо.
- науковим співробітникам університету, учасникам системи трансферу енерго- та ресурсозберігаючих технологій для розвитку дорожньо-транспортного комплексу України – запиту від підприємств та маркетинговий аналіз потреб галузевого ринку технологій.

Таким чином, на базі Національного транспортного університету, буде відпрацьована методологія роботи типового Університетського Офісу трансферу технологій та організаційна структура взаємодії елементів в галузевій системі трансферу технологій з подальшим поширення досвіду з вирішення проблем комерціалізації університетських розробок та вирішення проблем організації процесу комерціалізації технологій серед інших ВНЗ дорожньо-транспортного комплексу України та суміжних галузей. Взаємодія між галузевими ВНЗ і промисловістю, сприятиме підйому інноваційних можливостей і посиленню конкурентоспроможності перед іноземними компаніями не тільки крупних підприємств, але й значна увага буде приділятися потребам малих і середніх компаній. Необхідно прискорити створення центрів трансферу технологій при вищих навчальних закладах України з метою ефективного управління існуючими та створеними у майбутньому результатами наукової і науково-технічної діяльності, їх успішної комерціалізації та створити принципово нову схеми взаємодії між університетською наукою і промисловістю з урахуванням потреб ринку та економіки країни в цілому.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 16 квітня 2014 р. № 385-р.
2. Popp Berman E. Creating the Market University: How Academic Science Became an Economic Engine. Princeton University Press, 2012. P.-265.
3. В.С. Лисенко, С. О. Єгоров. Передумови та методологічні основи створення і розвитку в Україні мережі трансферу технологій. // Математичні машини і системи – 2008.
4. В.С. Лисенко, С. О. Єгоров. Побудова в Україні національної інноваційної мережі у сфері трансферу технологій // Математичні машини і системи – 2010.
5. Лисенко В.С., Єгоров С.О., Грицай А.Я., Рудницький Є.А. Досвід створення в Україні національної інтегрованої системи трансферу технологій // Математичні машини і системи – 2013.

REFERENCES

1. Rozporiadzhennia Cabinet Ministru Ukraine from 16 quitna 2014 R. No. 385-R.(Ukr)
2. Popp Berman E. Creating the Market University: How Academic Science Became an Economic Engine. Princeton University Press, 2012. P-265.(Eng)
3. C. S. Lysenko, S. O. Egorov. Background and methodological bases of creation and development in Ukraine network of technology transfer. // Mathematical machines and systems, 2008 No. 1. (Rus)

4. C. S. Lysenko, S. O. Gorov. Pobudowa in Ukraine national innovacio Meri in the field of technology transfer // Mathematical machines and systems - 2010.(Rus)

5. Lisenko C. S., Gorov S. O., Gritsay A. J., Rudnicki E.A. Dosvid stvorennja in Ukraine national integrovano systems technology transfer // Mathematical machines and systems - 2013.(Rus)

РЕФЕРАТ

Єгоров С.О. Створення та впровадження системи трансферу енерго- та ресурсозберігаючих технологій для розвитку дорожньо-транспортного комплексу України / С.О. Єгоров, С.А. Рудницький, Д.І. Дятчик // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

Встановлено, що саме трансфер інноваційних технологій дозволить прискорити технологічний розвиток підприємств та відновити їх потужності, що підвищить конкурентоспроможність вітчизняних продуктів та зменшить їх ціни. Впровадження та комерціалізація конкурентоспроможних передових технологій, ефективний технологічний обмін розширить можливості високотехнологічного експорту та імпорту, сприятиме налагодженню техніко-економічного співробітництва між Україною та зарубіжними державами. Недосконалість, нерозвиненість ланки і механізму комерціалізації завершених науково-технічних розробок і технологій вищих навчальних закладів України обумовлює потребу у формуванні в ВНЗ відповідних ланок інноваційної інфраструктури та / або удосконаленні існуючих організаційних процесів та відпрацюванні ефективних механізмів для комерціалізації знань і технологій. Створення системи трансферу енерго- та ресурсозберігаючих технологій сприятиме підвищенню взаємодії між галузевими ВНЗ і промисловістю, підйому інноваційних можливостей і посиленню конкурентоспроможності перед іноземними компаніями не тільки крупних підприємств, але й значна увага буде приділятися потребам малих і середніх компаній.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ТРАНСФЕР ТЕХНОЛОГІЙ, МЕРЕЖА ТРАНСФЕРУ ТЕХНОЛОГІЙ, СИСТЕМА ТРАНСФЕРУ ТЕХНОЛОГІЙ, ОФІС ТРАНСФЕРУ ТЕХНОЛОГІЙ.

ABSTRACT

Iehorov S.O., Rudnyckij E. A., Diatchyk D.I. Creation and implementation of the system of transfer of energy and resource saving technologies for the development of road transport complex of Ukraine. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

It is determined that transfer of innovative technologies will allow to accelerate the technological development of enterprises and restore their capacity, it will increase the competitiveness of domestic products and reduce their prices. The implementation and commercialization of competitive advanced technology, the efficient technological exchange will enhance the ability of high-tech exports and imports, it will facilitate technical and economic cooperation between Ukraine and foreign countries. the imperfection and lack of links and mechanisms of commercialization of completed research works and technological development of universities of Ukraine stipulates the need to establish appropriate links in the university innovation infrastructure and / or improving the existing organizational processes and effective mechanisms for the commercialization of knowledge and technologies. Creating a system of transfer of energy and resource-saving technologies will enhance cooperation between universities and industry, the increasing of innovative capacities and improvements in competitiveness of not only large enterprises in relations with foreign companies. The considerable attention will be given also to the needs of small and medium sized companies.

KEY WORDS: TECHNOLOGY TRANSFER, TECHNOLOGY TRANSFER NETWORK, TECHNOLOGY TRANSFER SYSTEM, TECHNOLOGY TRANSFER OFFICE.

РЕФЕРАТ

Егоров С.А. Создание и внедрение системы трансфера энерго- и ресурсосберегающих технологий для развития дорожньо-транспортного комплекса Украины / С.А. Егоров, Е.А. Рудницький, Д.І. Дятчик // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

Установлено, что именно трансфер инновационных технологий позволит ускорить технологическое развитие предприятий и восстановит их мощности, что повысит конкурентоспособность отечественных продуктов и уменьшит их цены. Внедрение и коммерциализация конкурентоспособных передовых технологий, эффективный технологический

обмен расширит возможности высокотехнологического экспорта и импорта, будет способствовать налаживанию технико-экономического сотрудничества между Украиной и другими государствами. Несовершенство, неразвитость звена и механизма коммерциализации завершенных научно-технических разработок и технологий высших учебных заведений Украины обуславливает потребность в формировании в вузах соответствующих звеньев инновационной инфраструктуры и / или совершенствовании существующих организационных процессов и отработке эффективных механизмов для коммерциализации знаний и технологий. Создание системы трансфера энерго- и ресурсосберегающих технологий будет способствовать повышению взаимодействия между отраслевыми вузами и промышленностью, подъему инновационных возможностей и усилению конкурентоспособности перед иностранными компаниями не только крупных предприятий, но и значительное внимание будет уделяться потребностям малых и средних компаний.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ТРАНСФЕР ТЕХНОЛОГИЙ, СЕТЬ ТРАНСФЕРА ТЕХНОЛОГИЙ, СИСТЕМА ТРАНСФЕРА ТЕХНОЛОГИЙ, ОФИС ТРАНСФЕРА ТЕХНОЛОГИЙ.

АВТОРИ:

Егоров Сергій Олександрович, к.е.н., директор Центру трансферу технологій Академії технологічних наук України, e-mail: s.yehorov@gmail.com, тел. +380986998177, Україна, 03680, м. Київ, просп. Академіка Глушкова, 42.

Рудницький Євген Анатолійович, молодший науковий співробітник Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління Міністерства екології та природних ресурсів України, e-mail: capital@rudnickyj.com, тел. +380674575423, Україна, 03035, м. Київ, вул. Митрополита Василя Липківського 35, корп. 2.

Дятчик Данило Ігорович, Національний транспортний університет, інженер 1 категорії кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, e-mail: danildyatchik@gmail.com, тел. +380672337963, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 01.

AUTORS:

Iehorov S.O., Ph.D., Director of the Center of Technology Transfer of the Academy of Technological Sciences of Ukraine, e-mail: s.yehorov@gmail.com, tel. +380986998177, Ukraine, 03680, Kyiv, Glushkov ave. 42.

Rudnyckij E. A., junior research assistant of the State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management of the Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine, e-mail: capital@rudnickyj.com, тел. +380674575423, Ukraine, 03035, Kyiv, Mytropolit Vasil Lypkivsky str. 35, building 2.

Diatchyk D. I., National Transport University, 1 category engineer department of manufacturing, repair and materials, e-mail: danildyatchik@gmail.com, tel. +380672337963, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 101.

АВТОРЫ:

Егоров Сергей Александрович, к.э.н., директор Центра трансфера технологий Академии технологических наук Украины, e-mail: s.yehorov@gmail.com, тел. +380986998177, Украина, 03680, г. Киев, проспект Академика Глушкова, 42.

Рудницкий Евгений Анатольевич, младший научный сотрудник Государственной экологической академии последипломного образования и управления Министерства экологии и природных ресурсов Украины, e-mail: capital@rudnickyj.com, тел. +380674575423, Украина, 03035, г. Киев, ул. Митрополита Василия Липковского 35, корп. 2.

Дятчик Даниил Игоревич, Национальный транспортный университет, инженер 1 категории кафедры производства, ремонта и материаловедения, e-mail: danildyatchik@gmail.com, тел. +380672337963, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 101.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Машков О.А., доктор технічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, проректор з наукової роботи Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління.

Аль-Амморі А. Н., доктор технічних наук, професор кафедри інформаційних систем і технологій Національного транспортного університету.

REVIEWER:

Mashkov O.A., Doctor of engineering, Professor, Honored statesman of science and technology, vice rector of State environmental academy of post-diploma education and management.

Al-Ammori A.N., Doctor of engineering, Professor, department of information systems and technologies National Transport University.

СУЧАСНІ МЕТОДИ ЗМІЦНЕННЯ І ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ПАР ТЕРТЯ

Косарчук В.В., доктор технічних наук, Державний економіко-технологічний університет транспорту, Київ, Україна

Кульбовський І.І., кандидат технічних наук, Державний економіко-технологічний університет транспорту, Київ, Україна

Агарков О.В., кандидат технічних наук, Державний економіко-технологічний університет транспорту, Київ, Україна

MODERN METHODS STRENGTHEN AND IMPROVE THE WEAR RESISTANCE OF FRICTION PAIRS

Kosarchuk V.V. Ph.D., Engineering (Dr.), State Economy and Technology University of Transport, Kyiv, Ukraine

Kulbovskiy I.I., Ph.D., State Economy and Technology University of Transport, Kyiv, Ukraine

Agarkov O.V., Ph.D., State Economy and Technology University of Transport, Kyiv, Ukraine

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ УПРОЧНЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПАР ТРЕНИЯ

Косарчук В.В., доктор технических наук, Государственный экономико-технологический университет транспорта

Кульбовский И.И., кандидат технических наук, Государственный экономико-технологический университет транспорта

Агарков А.В., кандидат технических наук, Государственный экономико-технологический университет транспорта

Однією з основних проблем сучасного машинобудування є підвищення надійності і довговічності високонавантажених деталей і вузлів механізмів. Основною причиною виходу з ладу машин є знос і, як наслідок, поверхневе руйнування їх рухомих з'єднань. За деякими оцінками, загальні витрати на ремонт і відновлення зношених деталей нині порівняні з витратами на нову техніку. Щодо залізничного транспорту, проблема полягає, в першу чергу, в підвищенні зносостійкості і довговічності таких високонавантажених фрикційних пар, як рейка – колесо, вал – втулка, а також підшипників ковзання, шарнірно-болтових з'єднань та ін. Навіть часткове вирішення цієї проблеми дозволить забезпечити суттєву економію матеріалів і зменшення витрат на ремонт і відновлення рухомого складу і рейкових шляхів.

Традиційними напрямками у вирішенні зазначеної проблеми є конструктивно-технологічні методи (вибір раціональних профілів контактуючих поверхонь для зменшення контактних напружень, застосування спеціальної термообробки рейок і вагонних коліс, використання матеріалів з поліпшеними фізико-механічними властивостями). Проте можливості цих традиційних методик на сьогоднішній день практично вичерпані і їх застосування не може привести до істотного поліпшення ситуації на залізницях без значних матеріальних витрат. Крім того, зазначені методи не вирішують проблему відновлення зношених деталей рухомого складу і рейкових шляхів.

Рекомендації щодо підвищення зносостійкості пар тертя орієнтовані, в основному, на поліпшення структури матеріалу деталі, яка формується в процесі виготовлення деталі, її механічної, а потім термічної обробки. Об'ємне легування основного матеріалу і наскрізна термообробка деталі сприяють поліпшенню фізико-механічних властивостей матеріалу деталі. Проте в процесі тертя беруть участь лише поверхневі шари матеріалу. Тому більш перспективними є технології модифікації поверхневого шару матеріалу деталей шляхом нанесення спеціальних захисних (зміцнюючих і зносостійких) покриттів. Виникла і успішно розвивається нова галузь науки – інженерія поверхні («surface engineering»), одним із завдань якої є вибір раціональних методів модифікації поверхні відповідно до умов експлуатації деталі. Проте в даний час в промисловій та дослідницькій практиці налічується понад сотні технологічних способів нанесення покриттів, що створює певні труднощі при виборі оптимального методу поверхневої обробки деталей для конкретних виробничих завдань. Один

і той же матеріал покриття може бути нанесений на поверхню деталі десятками способів. При цьому фізико-механічні та експлуатаційні властивості таких покриттів можуть значно відрізнятися. Крім того, відомі технології значно різняться за вартістю і трудомісткістю нанесення покриття, а також по можливості застосування їх в умовах, що відрізняються від лабораторних. В даний час існують вельми суперечливі погляди на переваги окремих методик, фактично не існує достатньої інформаційної бази для вибору оптимальної технології нанесення покриття та обладнання для її реалізації.

Нижче будуть коротко розглянуті деякі методи нанесення покриттів і вказані їх переваги і недоліки стосовно до досліджуваних проблем.

До покриттів, що працюють в екстремальних умовах експлуатації (зокрема, при високих контактних навантаженнях, які характерні для фрикційних пар типу рейка – колесо) пред'являються особливі вимоги.

В даний час у вітчизняній і в зарубіжній літературі склалася єдина думка про недостатню міцність покриттів в екстремальних умовах експлуатації. Всюди відзначається, що при підвищенні контактних навантажень захисні властивості покриттів зменшуються.

Зазначені умови характерні для роботи покриттів, які нанесені на ріжучий і штампувальний інструмент.

Дослідження зносостійкості покриттів залежно від величини контактної навантаження показали, що має місце різкий перехід від «м'якого» зносу до катастрофічного. При цьому часто відмічається «пороговий» характер залежності зносу від величини навантаження, тобто ступінь зносу покриття різко зростає після певної (критичної для даного виду покриття) величини навантаження. Модифікація покриття може пришвидшити або уповільнити цей перехід.

У літературі зазначається також недостатня стійкість покриттів в умовах контактної втоми при коченні, що характерно для роботи пар тертя типу колесо – рейка. Відомо, що в зазначених умовах руйнування зміцненого шару найчастіше починається в підповерхневої зоні (тобто на межі розділу «покриття – матеріал основи»), приводячи в кінцевому підсумку до викришування і відшаровування покриття. При цьому зародження втомних тріщин відбувається на межі розділу покриття – основа, причому глибина залягання цих тріщин збільшується з ростом товщини зміцненого шару.

Зауважимо, що і дотичні напруження в зоні контакту колесо-рейка, згідно з розрахунками проф. Н.М.Беляєва [1], досягають максимальної величин на глибині 4 ... 5 мм від поверхні головки рейки. За даними [2], за умов контакту в центральній частині рейки при положенні колеса, яке характерне для руху поїзда в прямій ділянці колії, максимальні еквівалентні напруження виникають на глибині 3,32 мм під поверхнею контакту. Враховуючи, що для термозміцнених рейок товщина зміцненого шару приблизно дорівнює указаним значенням, можна очікувати появу горизонтальних тріщиноподібних дефектів на межі розділу покриття-основа в процесі експлуатації таких рейок. З часом такі тріщини поступово виходять на поверхню кочення, приводячи до її викришування, а іноді і до втомного зламу рейки. Це підтверджується даними, наведеними в роботі [3], причому автори вказують, що таке явище характерне саме для термозміцнених зносостійких рейкових ниток.

Крім того, для пар тертя типу колесо – рейка характерним є підвищений абразивний знос, пов'язаний із забрудненням поверхонь контакту, корозійний знос, пов'язаний з наявністю агресивних речовин в зоні контакту, а також адгезійний знос, що виявляється в молекулярному схоплюванні контактуючих поверхонь, не захищених окисними і олійними плівками. Тому покриття на рейках і вагонних колесах повинні чинити опір усім зазначеним видам зносу.

Способи створення на основній поверхні матеріалу захисних покриттів можна розділити на чотири основні групи:

- матеріал деталі бере участь в утворенні покриття (поверхнєве термічне гартування, різні види хіміко-термічної обробки, обробка лазером, методи іонної імплантації, детонаційне легування);
- матеріал поверхні деталі практично не бере участь в утворенні зміцненого шару (гальванічні покриття, електродугове та плазмове-порошкове наплавлення, газотермічне і електродугове напилення, детонаційні покриття);
- метал деталі частково бере участь в утворенні покриття (анодне і хімічне окислювання);
- зміцнений шар формується за рахунок поверхневої пластичної деформації (дробоструминне оброблення, обкатка роликми, розкочування тощо).

Особливе місце займають комбіновані методи зміцнення, які використовують для створення багатшарових або багатокомпонентних покриттів. До них, зокрема, належать методи електроіскрового легування.

В даній статті обмежимося аналізом методів хіміко-термічної обробки виробів. Інші методи будуть розглянуті в наступних публікаціях авторів.

Методи хіміко-термічної обробки (ХТО) (борування, азотування, фосфатування, цементация, ціанування, хромування, титанування та ін) засновані на явищі дифузії атомів легуючих елементів з газового, рідкого або порошкоподібного середовища в поверхню деталі. У результаті в поверхневому шарі виникають хімічні сполуки основного металу (наприклад, заліза) з вказаними елементами (карбіди, нітриди, фосфати і т.д.), міцнісні властивості яких істотно вищі порівняно з вихідним матеріалом. Концентрація утворених хімічних сполук швидко зменшується по мірі збільшення відстані від поверхні деталі. Це обумовлює значну зміну (градієнт) твердості матеріалу від поверхні вглиб деталі.

Для інтенсифікації процесів дифузії використовуються підвищені температури (500 ... 1000 °C). Проте, малі швидкості дифузії значно збільшують тривалість процесу формування покриття (зазвичай він триває від кількох годин до кількох десятків годин). Глибина зміцненого шару при використанні технологій ХТО зазвичай становить від п'яти до двох десятків мікрометрів.

Найчастіше для зміцнення використовують суміші газів, розчинів або порошоків (нітроцементация та ін), або послідовне зміцнення одним, а потім іншим легуючим елементом.

Після зазначених видів обробки в поверхневому шарі матеріалу виникають поля залишкових стискаючих напружень, що сприятливо позначається на зміні зносостійкості деталі, при цьому також можуть збільшуватися характеристики опору втомі.

Водночас підвищені температури і велика тривалість процесів ХТО можуть призводити до несприятливої зміни фізико-механічних властивостей матеріалу деталі. Так, після високотемпературної цементации часто спостерігається зростання зерен в поверхневих шарах матеріалу, що зменшує характеристики міцності деталі. Наводнювання і внутрішнє окислення може призвести до зниження втомних характеристик деталі. При газовому азотуванні процес наводнювання призводить до погіршення характеристик тривалої статичної міцності матеріалу деталі.

Альтернативою може бути використання газового азотування, яке проводять при більш низьких температурах. Однак у цьому випадку на поверхні утворюється двофазний шар нітридів, який має підвищену крихкість і часто відшаровується при експлуатації деталі. Через малу товщину азотованого шару такі деталі погано сприймають контактні навантаження.

Недоліками процесу борування (твердофазного, газового, в сольових розплавах) є велика тривалість процесу і відсутність стійких результатів. Непридатні для борування сталі, що містять більше 0,5% кремнію і міді. Для зниження деформаційних поведок борованих виробів їх рекомендується охолоджувати від температури борування зі швидкістю, яка пригнічує виділення надлишкового бору з α – фази (у вигляді Fe_2B).

Слід також мати на увазі, що в результаті ХТО об'єм поверхневого шару матеріалу деталі збільшується (не завжди рівномірно), що може викликати викривлення тонкостінних елементів. Збільшення об'єму деталі, а, отже, і розмірів часто вимагає проведення фінішної механічної обробки деталей з покриттями.

Так, при твердофазному боруванні збільшення розмірів деталі може досягати 20 ... 25% від товщини зміцненого шару для поліпшуваних сталей і до 80% для легованих сталей. Через високу крихкість покриття, його фінішну механічну обробку потрібно проводити дуже обережно.

Але основним недоліком методів зміцнення, заснованих на хіміко-термічній обробці, є, на наш погляд, нестабільність результатів, що досягаються – незначні відхилення в параметрах технологічного процесу можуть істотно вплинути на якість покриття.

Наявні відомості про переваги того чи іншого виду ХТО досить суперечливі, тому зрозуміло недовіру конструкторів і технологів до використання такого роду покриттів при проектуванні виробів нової техніки.

На практиці для отримання задовільних результатів зазвичай використовують багатоопераційну ХТО, часто поєднуючи її з іншими методами зміцнення. Так, однією з перспективних технологій зміцнення та відновлення з'єднань деталей типу вал – втулка, перевірених на практиці [3], є послідовне електролітичне залізнування сталевих деталей в хлористому електроліті, дифузійне борування в порошковій суміші карбіду бору (B_4C) та оксиду алюмінію (Al_2O_3) при температурі 980 °C протягом 2 ... 6 годин з подальшим гартуванням з відпуском. В результаті можна отримати покриття товщиною від 0,1 до 0,25 мм, поверхнева мікротвердість якого може досягати 14 000 ... 16

000 МПа, що є оптимальним за показником зносостійкості, але не технологічним з точки зору оброблюваності покриття.

У більшості випадків високотемпературні впливи, що характерні процесам ХТО, накладають певні обмеження на номенклатуру оброблюваних деталей. Наявне обладнання для проведення ХТО дозволяє обробляти деталі невеликого розміру (втулки, прецизійні деталі дизельної паливної апаратури, зубчасті колеса, деякі види ріжучого інструменту та ін.).

Крім того, великі градієнти твердості від покриття вглиб деталі часто є причиною руйнування деталей з покриттями, створеними за допомогою хіміко-термічної обробки, при роботі в умовах високих контактних навантажень. Явища відшаровування покриттів часто спостерігаються, наприклад, при експлуатації шестерень, зуби яких зміцнювались цементацією з подальшим загартуванням струмами високої частоти. Особливо погано працюють такі покриття в умовах контактної втоми при коченні – часто спостерігається викришування зміцненого шару, що пов'язано як з високою твердістю самого покриття, так і з окрихчуванням матеріалу основи.

Таким чином, слід визнати, що дифузійні покриття, реалізовані методами ХТО, навряд чи можуть бути використані для підвищення зносостійкості рейок і вагонних коліс. Тим не менш, вони можуть бути використані для збільшення терміну служби втулок, деяких деталей дизельної паливної апаратури (наприклад, плунжерних пар).

Отже, розглянуті методи поверхневого зміцнення шляхом хіміко-термічної обробки поряд із перевагами, мають значні недоліки, через які ці методи не отримали широкого використання при обробці поверхонь, що працюють в умовах контактної взаємодії.

Інші методи поверхневого зміцнення будуть розглянуті в наступних публікаціях авторів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Беляев Н.М. Соппротивление материалов. – М.: Наука, 1965. – 856 с.
2. Косарчук В.В. Прогнозирование долговечности рельсов по критерию возникновения трещин контактной усталости / Косарчук В.В., Агарков А.В. // 36. наук. праць ДЕТУТ. Серія «Транспортні системи і технології». – 2012. – 20. – С. 77 – 90.
3. Ebersbach D., Grohmann H.-D. Методы повышения надежности железнодорожных путей // Железнодорожный технический обзор. – 1998. – N 4. – с. 205 – 214.
4. Казанцев С.П. Восстановление и упрочнение деталей сельскохозяйственной техники железоборидными покрытиями // Материалы 9 международной научно-практической конференции «Организация и технология ремонта машин, механизмов, оборудования», 1 – 5 октября 2001 г., Киев. – Киев, 2001. – с. 39.

REFERENCES

1. Belyaev N.M. Strength of materials. – M.: Nauka, 1965 – 856 p.(Rus)
2. Kosarchuk V.V. The forecasting of the railway track rails service-life that is based on the criterion of the internal fatigue crack occurrence / Kosarchuk V.V., Agarkov O.V. // Scientific papers SETUT. Series «Transport Systems and Technologies». – 2012. – 20. – P. 77 – 90. (Ukr)
3. Ebersbach D., Grohmann H.-D. Die Methoden der Zuverlässigkeit Verbessern der Eisenbahnschienen // Eisenbahntechnische Rundschau. – 1998. – N 4. – S. 205 – 214.(Deu)
4. S. Kazantsev Restoring and strengthening agricultural machinery parts zhelezoboridnymi coatings // Materials 9 international scientific-practical conference "Organization and technology of repair of machines, equipment," 1 – 5 October 2001, Kiev. – Kyiv, 2001. – P. 39.(Rus)

РЕФЕРАТ

Косарчук В.В. Сучасні методи зміцнення і підвищення зносостійкості пар тертя / В.В. Косарчук, І.І. Кульбовський, О.В. Агарков // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

В статті розглянуті методи зміцнення поверхонь, що працюють в умовах контактної взаємодії, що засновані на хіміко-термічній обробці, проаналізовано недоліки та переваги різних методів.

Об'єкт дослідження – контактуючі поверхні пар тертя.

Мета роботи – провести аналіз різних методів зміцнення контактуючих поверхонь пар тертя, встановити переваги і недоліки кожного методу, запропонувати раціональні методи зміцнення в залежності від умов навантаження.

Метод дослідження – аналіз даних використання кожного із запропонованих методів.

Зміцнення поверхонь пар тертя являє собою дуже серйозну проблему, оскільки в умовах високих силових навантажень спостерігається значний знос контактуючих поверхонь, що призводить до зменшення строків служби елементів конструкцій. В результаті зазначених процесів значно збільшується вартість експлуатації таких об'єктів. Для подовження строку їх служби та підвищення економічної ефективності експлуатації становить науковий та інженерний інтерес обґрунтування використання того чи іншого методу поверхневого зміцнення в залежності від умов роботи відповідальних елементів конструкцій.

Результати статті можуть бути використані для обґрунтування застосування одного із запропонованих методів зміцнення в залежності від умов експлуатації транспорту.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: МЕТОД, ЗМІЦНЕННЯ, ЗНОС, ПОКРИТТЯ, ХІМІКО-ТЕРМІЧНА ОБРОБКА, КОЛЕСО, РЕЙКА.

ABSTRACT

Kosarchuk V.V., Kulbovskiy I.I., Agarkov O.V. Modern methods strengthen and improve the wear resistance of friction pairs. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

The article deals with methods of hardening surfaces operating under contact interaction, based on the chemical and thermal processing, analyzes advantages and disadvantages of different methods.

Object of study – contacting surfaces of friction pairs.

Purpose of the study – to analyze different methods of strengthening the contacting surfaces of friction pairs, set the advantages and disadvantages of each method, to offer rational methods of strengthening depending on load conditions.

Method of the study – analysis of the use of each of the proposed methods.

Strengthening the surfaces of friction pairs is a very serious problem, as in large power loads observed significant wear of contacting surfaces, which reduces the lifetime of structural elements. As a result of these processes significantly increases the cost of operating such facilities. For the extension of their services and increase economic efficiency operation is scientific and engineering interest justification for the use of a method of surface hardening, depending on the circumstances of critical structural elements.

The results of the article can be used to justify the use of one of the proposed methods of strengthening depending on the conditions of transport.

KEY WORDS: METHODS, STRENGTHENING, WEAR, COATING, CHEMICAL-THERMAL TREATMENT, WHEELS, RACK.

РЕФЕРАТ

Косарчук В.В. Современные методы упрочнения и повышения износостойкости пар трения / В.В. Косарчук, И.И. Кульбовский, А.В. Агарков // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье рассмотрены методы упрочнения поверхностей, работающих в условиях контактного взаимодействия, основанных на химико-термической обработке, проанализированы недостатки и преимущества различных методов.

Объект исследования – контактирующие поверхности пар трения.

Цель работы – провести анализ различных методов упрочнения контактирующих поверхностей пар трения, установить преимущества и недостатки каждого метода, предложить рациональные методы упрочнения в зависимости от условий нагрузки.

Метод исследования – анализ данных использования каждого из предложенных методов.

Упрочнение поверхностей пар трения представляет собой очень серьезную проблему, поскольку в условиях высоких силовых нагрузок наблюдается значительный износ контактирующих поверхностей, что приводит к уменьшению сроков службы элементов конструкций. В результате указанных процессов значительно увеличивается стоимость эксплуатации таких объектов. Для продления срока их службы и повышения экономической эффективности эксплуатации составляет научный и инженерный интерес обоснования использования того или иного метода поверхностного упрочнения в зависимости от условий работы ответственных элементов конструкций.

Результаты статьи могут быть использованы для обоснования использования одного из предложенных методов упрочнения в зависимости от условий эксплуатации транспорта.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: МЕТОД, УПРОЧНЕНИЕ, ИЗНОС, ПОКРЫТИЯ, ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА, КОЛЕСО, РЕЛЬС.

АВТОРИ

Косарчук Валерій Володимирович, доктор технічних наук, професор кафедри теоретичної та прикладної механіки Державного економіко-технологічного університету транспорту, email: kvval@voliacable.com, тел. +380445915187, Україна, 03049, м. Київ, вул. Лукашевича 19, к. 216

Кульбовський Іван Іванович, кандидат технічних наук, доцент кафедри будівельних конструкцій і споруд Державного економіко-технологічного університету транспорту, email: kulbovskiy@bigmir.net, тел. +380679305928, Україна, 03049, м. Київ, вул. Лукашевича 19, к. 208П

Агарков Олександр Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри теоретичної та прикладної механіки Державного економіко-технологічного університету транспорту, email: agarcov@ukr.net, тел. +380443836397, Україна, 03049, м. Київ, вул. Лукашевича 19, к. 802

AUTHOR

Kosarchuk Valeriy V., Ph.D., Engineering (Dr.), associate professor, department of theoretical and applied mechanics State Economy and Technology University of Transport, email: kvval@voliacable.com, +380445915187, Ukraine, 03049, Kyiv, Lukashevicha str. 19, of. 216

Kulbovskiy Ivan I., Ph. D., associate professor, department of building structures and facilities State Economy and Technology University of Transport, email: kulbovskiy@bigmir.net, tel. +380679305928, Ukraine, 03049, Kyiv, Lukashevicha str. 19, of. 208P

Agarkov Oleksandr V., Ph. D., associate professor, department of theoretical and applied mechanics State Economy and Technology University of Transport, email: agarcov@ukr.net, tel. +380443836397, Ukraine, 03049, Kyiv, Lukashevicha str. 19, of. 802

АВТОРЫ

Косарчук Валерий Владимирович, доктор технических наук, профессор кафедры теоретической и прикладной механики Государственного экономико-технологического университета транспорта, email: kvval@voliacable.com, тел. +380445915187, Украина, 03049, г. Киев, ул. Лукашевича 19, к. 216

Кульбовский Иван Иванович, кандидат технических наук, доцент кафедры строительных конструкций и сооружений Государственного экономико-технологического университета транспорта, email: kulbovskiy@bigmir.net, тел. +380679305928, Украина, 03049, г. Киев, ул. Лукашевича 19, к. 208П

Агарков Александр Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической и прикладной механики Государственного экономико-технологического университета транспорта, email: agarcov@ukr.net, тел. +380443836397, Украина, 03049, г. Киев, ул. Лукашевича 19, к. 802

РЕЦЕНЗЕНТИ

Вербицкий В.Г., доктор фізико-математичних наук, професор, Державний економіко-технологічний університет транспорту, професор кафедри теоретичної та прикладної механіки, Київ, Україна.

Мельниченко О.І., кандидат технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри транспортного права та логістики, Київ, Україна.

REVIEWER

Verbitskiy V.G., Ph.D., Engineering (Dr.), associate professor, State Economy and Technology University of Transport, professor, department of theoretical and applied mechanic, Kyiv, Ukraine

Melnichenko O.I., Ph. D., associate professor, National University, professor, department of transport right and logistics, Kyiv, Ukraine.

ОПТИМІЗАЦІЯ КІЛЬКОСТІ РОЗПОДІЛЬЧИХ СКЛАДІВ У ЛОГІСТИЧНІЙ СИСТЕМІ

Коцюк О.Я., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Лужанська Н.О., Національний транспортний університет, Київ, Україна

OPTIMIZING A NUMBER OF DISTRIBUTION WAREHOUSES IN LOGISTICS SYSTEM

Kotsiuk O.Y., Ph.D., Engineering, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Luzhanska N.O., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ОПТИМИЗАЦИЯ КОЛИЧЕСТВА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СКЛАДОВ В ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

Коцюк А.Я., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Лужанская Н.А., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми. Впровадження логістичних принципів до розподілу вироблених товарів потребує вирішення важливої проблеми – формування власної розподільчої мережі чи залучення до реалізації товарів посередницьких структур. Власна мережа дозволяє управляти доступністю, привабливістю та конкурентоспроможністю товару, але може викликати суттєве підвищення його собівартості із-за транспортно-складської складової. Системи розподільчих складів посередників за рахунок масштабу робіт, що виконуються забезпечують мінімальні транспортно-складські витрати, але їх зацікавленість у просуванні певного товару до споживача розглянуто не в повній мірі. Звісно порівняння двох систем розподілу за економічними показниками в конкретних умовах визначить кращу. Для виконання таких розрахунків необхідно оцінити вартість транспортування товарів, так як складська складова у собівартості – незначна. У свою чергу вартість перевезень визначається кількістю розподільчих складів у системі та обсягами перевезень. Обґрунтування кількості складів у логістичній системі є найбільш проблематичним, так як відсутня загальноовизнана методика їх розрахунку. Тому дослідження в цьому напрямку є актуальними, а проблема потребує наукового вирішення.

Аналіз публікацій. Формуванню мережі розподільчих складів присвячено багато наукових робіт у різних сферах господарської діяльності [1 - 5]. В роботах цих авторів знайшли відображення специфічні особливості організації системи розподільчих складів переважно за галузевим принципом. В роботах цих та інших учених були викладені теоретичні основи наукового підходу до формування мережі розподільчих складів. Однак, наведені способи рішення задачі пристосовані під конкретну господарську діяльність, і тому не можуть бути застосовані при розгляді інших видів предметної діяльності без суттєвого доопрацювання.

Автор роботи [1] довів, що мінімальні витрати на перевезення і зберігання вантажу досягаються при відповідності структури вантажопотоку структурі парку автотранспортних засобів. Як елемент узгодження цих структур запропоновано розглядати мережу розподільчих складів.

В роботі [2] запропоновано мережу розподільчих складів визначати шляхом випадкового пошуку на моделі автомобільних шляхів та прогнозних значень вантажопотоків. Інший метод вирішення проблеми формування мережі складів запропоновано в роботах [3,4]. Ці автори пропонують аналітичне вирішення задачі. Однак, запропоновані рішення мають суттєві недоліки, що не сприяє їх впровадженню у практичну діяльність.

Метод рішення задачі запропонований в роботі [5] в силу зроблених припущень та критерію ефективності не може бути використаний на транспорті.

Автори монографії [6] концентрують свою увагу на територіальному розташуванні конкретного складу, однак визначення їх загальної кількості залишилось без належної уваги.

У дисертації [7] запропоновано методичний підхід до вирішення проблеми, але реалізація його орієнтована на конкретну господарську діяльність та потребує імітаційного моделювання, що не дозволяє виконувати оперативно проектні розрахунки.

Виконаний аналіз літературних джерел свідчить про необхідність розробки методики встановлення кількості розподільчих складів орієнтованої на інженерне виконання розрахунків.

Метою публікації є апробація методики визначення оптимальної кількості розподільчих складів у логістичній системі.

Виклад основного матеріалу. Система “виробництво-транспортування-споживання” передбачає різні способи організації доставки товарів. Зокрема, у сфері розповсюдження кондитерських виробів, безалкогольних і алкогольних напоїв, тютюнових виробів тощо використовують схему підприємство-виробник – оптова база – дрібнооптова база – заклад реалізації товару. При цьому підприємства відправляють продукцію на оптові бази, де виконується комплектація з товарів відправлень різних виробників для баз меншого рівня, на яких також комплектують партії відправлень за замовленнями закладів торгівлі. Таким чином, формуються ієрархічні системи розподільчих складів. Особливістю таких систем є переробка вантажів у вузлах стикування підсистем різних рівнів, що з одного боку зменшує швидкість доставки товарів, збільшує витрати із-за перевантаження і сортування вантажів та потребує координації розкладу руху, а з іншого дозволяє у відповідності до потужності вантажопотоку вибрати раціональні типи транспортних засобів, що сприяє зниженню собівартості перевезень.

Оцінку можливих структур систем розподільчих складів доцільно починати із розгляду найпростіших схем із подальшим їх ускладненням. Тому в даній публікації розглядається задача постачання товарів на певну територію за двома елементарними схемами.

Нехай на території площею S реалізують у середньому за місяць N_c одиниць продукції через n пунктів продажу. Постачання продукції для продажу здійснюється автомобільним транспортом та можливе за двома схемами: безпосередньо у пункти продажу та через розподільчі склади (кількістю m). Розподільчі склади дозволяють зменшити величину страхових запасів але збільшуються витрати на транспортування продукції. Необхідно визначити раціональну кількість складів.

Необхідна кількість продукції у пункті продажу із врахуванням страхового запасу становить:

$$N = N_o + t_\beta \cdot \sigma \quad (1)$$

де t_β – коефіцієнт довірчої ймовірності;

σ – середнє квадратичне відхилення.

При нормальному законі розподілу страхового запасу σ можливо визначити за правилом „6 σ ”:

$$\sigma = (N_{max} - N_{min}) / 6 \quad (2)$$

де N_{min} і N_{max} – відповідно, мінімальна і максимальна кількість проданих одиниць продукції за місяць у пункті продажу.

За схемою доставки відправник – реалізатор кількість продукції із врахуванням страхового запасу становить:

$$N = \sum_{i=1}^n N_{oi} + t_\beta \sum_{i=1}^n \sigma_i = n \cdot N_o + t_\beta \cdot \sigma \cdot n = N_c + 2 \cdot \sigma \cdot n \quad (3)$$

де $2\sigma n$ – страховий запас.

За схемою доставки відправник – розподільчий склад - реалізатор кількість одиниць продукції із врахуванням страхового запасу становить при одному розподільчому складі:

$$N = \sum_{i=1}^n N_{oi} + t_\beta \sqrt{\sum_{i=1}^n \sigma_i^2} = n \cdot N_o + t_\beta \cdot \sigma \cdot \sqrt{n} = N_c + 2 \cdot \sigma \cdot \sqrt{n} \quad (4)$$

при m розподільчих складах

$$N = N_c + 2 \cdot \sigma \cdot m \cdot \sqrt{\frac{n}{m}} = N_c + 2 \cdot \sigma \cdot \sqrt{nm} \quad (5)$$

Економія витрат на реалізацію продукції за рахунок страхового запасу складає:

$$E_z = 2 \cdot \sigma \cdot (n - \sqrt{nm}) \cdot C_{an} = 2 \cdot \sigma \cdot n \cdot C_{an} - 2 \cdot \sigma \cdot n \cdot C_{an} \cdot \sqrt{nm} = a - dm^{0.5} \quad (6)$$

де C_{an} – вартість пов'язана із реалізацією одиниці продукції (оренда павільйону, оплата праці співробітникам, охорона тощо).

Використання розподільчого складу збільшує відстань перевезень продукції і відповідно транспортні витрати. Це перевищення відстані однозначно менше відстані від розподільчого складу до пункту продажу. Тому приймаючи відстань від розподільчого складу до пункту продажу за граничне перевищення пробігу доставки вантажу забезпечуємо достовірність розрахунку транспортних витрат.

Для площі круга із радіусом R та рівномірним розміщення пунктів продажу відстань перевезень визначають за залежністю:

$$L = \frac{2}{3} R = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{S}{\pi}} \quad (7)$$

Тоді транспортні витрати становитимуть

$$B_m = L \cdot C_{km} \cdot \frac{N_c}{q} \quad (8)$$

де C_{km} – собівартість кілометра пробігу автомобіля;

q – кількість одиниць продукції у кузові автомобіля.

При використанні m розподільчих складів транспортні витрати визначаються залежністю

$$B_m = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{S}{\pi \cdot m}} \cdot C_{km} \cdot \frac{N_c}{q} = A \cdot m^{-0.5} \quad (9)$$

Мінімальні витрати на реалізацію продукції будуть, якщо

$$E_z - B_m \rightarrow \max \quad (10)$$

або

$$a - d \cdot m^{0.5} - A \cdot m^{-0.5} \rightarrow \max \quad (11)$$

Для цього диференціюємо вираз та прирівнюємо його до 0.

$$-0.5 \cdot d \cdot m^{-0.5} + 0.5 \cdot A \cdot m^{-1.5} = 0 \quad (12)$$

Звідки

$$m = A / d \quad (13)$$

Після підстановки значень коефіцієнтів отримуємо оптимальну кількість розподільчих складів.

Висновки. Встановлено, що оптимальна кількість розподільчих складів прямо пропорційна розмірам території обслуговування, місткості ринку, собівартості кілометра пробігу автомобіля, та обернено пропорційна вантажності (місткості) автотранспортного засобу, стохастичності процесу продаж, кількості закладів реалізації та вартості утримання одиниці товару.

Запропонована методика розрахунку оптимальної кількості розподільчих складів дозволяє скоротити кількість варіантів побудови мережі складів, що підлягають аналізу та приймати обґрунтовані рішення на стадії виконання передпроектних робіт.

Перспективним напрямком подальших досліджень є розгляд багаторівневих організаційних структур та питань організації взаємодії між складами різних рівнів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Воркут А. И. Грузовые автомобильные перевозки / А. И. Воркут. — 2-е изд. — К. : Вища школа, 1986. — 447 с.
2. Беляев В. М. Терминальные системы перевозок грузов автомобильным транспортом / В. М. Беляев — М.: Транспорт, 1987. — 287с.
3. Мольнар И. Планирование развития сети почтовой связи / И. Мольнар — М.: Радиосвязь, 1987. — 143с.
4. Смехов А. А. Основы транспортной логистики / А.А. Смехов — М.: Транспорт, 1995. — 197 с.
5. Советов Б. Я. Построение сетей интегрального обслуживания / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев — Л.: Машиностроение, 1990. — 332с.
6. Модели и методы теории логистики / В.С. Лукинский, В.В. Лукинский, Ю.В. Малевич, И.А. Пластуняк — СПб. : Питер, 2008. — 448 с.
7. Нефедов В.Н. Повышение эффективности автомобильных перевозок партионных грузов с использованием распределительных центров : автореф. дис.... канд. техн. наук: 05.22.01 / Нефедов Виктор Николаевич; Харьковский нац. автомобильно-дорожный ин-т. — Х., 2006. — 18 с.

REFERENCES

1. Vorkut A.I. *Gruzovye avtomobilnye perevozki* [Road freight shipments]. Kiev, Vyshcha Shkola Publ., 1986. 447 p. (Rus)
2. Belyaev V.M. *Terminalnye sistemy perevozok грузов avtomobilnym transportom* [Terminal road freight systems]. Moscow, Transpory Publ., 1987. 287 p. (Rus)
3. Molnar I. *Planirovanie razvitiya seti pochtovoy svyazi* [Planning the development of mail service network]. Moscow, Radiosvyaz Publ., 1987. 143 p. (Rus)
4. Smekhov A.A. *Osnovy transportnoy logistiki* [Fundamentals of transport logistics]. Moscow, Transpory Publ., 1995. 197 p. (Rus)
5. Sovetov B.Ya., Yakovlev S.A. *Postroenie setey integralnogo obsluzhivaniya* [Building integral service networks]. Leningrad, Mashynostroenie Publ., 1990. 332 p. (Rus)
6. . Lukinskiy V.S., Lukinskiy V.V., Malevich Yu.V., Plastuniak I.A. *Modeli i metody teorii logistiki* [Models and methods of logistics theory]. Saint-Petersburg, Piter, 2008. 448 p. (Rus)
7. Nefedov V.N. *Povyshenie effektivnosti avtomobilnykh perevozok partionnykh грузов s ispolzovaniem raspredelitelnykh zentrov*. Avtoreferat Diss. [Improving efficiency of road freight partial shipments by using distribution centers. Author's abstract.]. Kharkov, 2004. 18 p. (Rus)

РЕФЕРАТ

Коцюк О.Я. Оптимізація кількості розподільчих складів у логістичній системі / О.Я. Коцюк, Н.О. Лужанська // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. — К. : НТУ, 2015. — Вип. 1 (31).

Стаття присвячена підвищенню ефективності каналів розподілу товарів у логістичних системах.

Об'єкт дослідження – процес постачання споживачів товарами.

Мета роботи – підвищення ефективності роботи розподільчої мережі шляхом оптимізації кількості складів.

Методи дослідження – статистичний аналіз та дослідження операцій.

Відмічено, що особливістю розподільчих систем доставки товарів є переробка вантажів у вузлах стикування підсистем різних рівнів, що з одного боку зменшує швидкість доставки товарів, збільшує витрати із-за перевантаження і сортування вантажів та потребує координації розкладу руху, а з іншого дозволяє у відповідності до потужності вантажопотоку вибрати раціональні типи транспортних засобів, що сприяє зниженню собівартості перевезень.

Розглянуто дві схеми поставки продукції для реалізації: безпосередньо у пункти продажу та через розподільчі склади. Розроблені відповідні моделі фінансових витрат. Різниця витрат на утримання страхового запасу та транспортування визначає доцільність запровадження однієї із схем поставки. Оптимізація цього функціоналу дозволяє встановити раціональну кількість розподільчих складів.

Встановлено, що оптимальна кількість розподільчих складів прямо пропорційна розмірам території обслуговування, місткості ринку, собівартості кілометра пробігу автомобіля, та обернено

пропорційна вантажності (місткості) автотранспортного засобу, стохастичності процесу продаж, кількості закладів реалізації та вартості утримання одиниці товару.

Запропонована методика розрахунку оптимальної кількості розподільчих складів дозволяє скоротити кількість варіантів побудови мережі складів, що підлягають аналізу та приймати обґрунтовані рішення на стадії виконання передпроектних робіт.

Результати статті можуть бути використані при розробці розподільчої систем доставки товарів.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – розгляд багаторівневих організаційних структур доставки товарів та питань організації взаємодії між складами різних рівнів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: СКЛАД, ПЕРЕВЕЗЕННЯ, АВТОМОБІЛЬ, РОЗПОДІЛЬЧА МЕРЕЖА, ЛОГІСТИЧНА СИСТЕМА.

ABSTRACT

Kotsiuk O.Y., Luzhanska N.O. Optimizing a number of distribution warehouses in logistics systems. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

This article is dedicated to the efficiency improvement of commodity distribution channels in logistics systems.

Object of the study – commodity supply process.

Purpose of the study – to improve the efficiency of distribution network performance by optimizing a number of warehouses.

Methods of the study – statistics analysis and operation research.

The article points out that the peculiarity of commodity distribution systems consists in cargo processing in junction nodes of subsystems of different levels, that, on the one hand, decreases the velocity of delivery, increases the costs caused by overloading and sorting cargoes, and requires traffic schedule coordination, and on the other hand, allows for choosing the rational types of vehicles in accordance with freight flow capacity, that facilitates a reduction of transportation cost.

Two commodity supply systems are considered: directly to sales points and through distribution warehouses. The respective models of financial cost are developed. The difference between cost of holding safety stock and shipment defines a reasonability of introduction of one of the supply schemes. Optimization of this functional allows to ascertain the rational number of distribution warehouses.

The optimal number of distribution warehouses is defined to be directly proportional to the dimensions of service area, the market capacity, the cost of the vehicle trip per kilometer, and inversely proportional to the vehicle capacity, the stochasticity of sales process, the number of realization points, and the item holding cost.

The proposed methodology of calculating the optimal number of distribution warehouses allows to decrease number of analyzed options of warehouse network design and to undertake justified decisions at the stage of implementation of predesigned operations.

The results of the article can be used in designing a commodity distribution supply system.

Forecast assumptions about the object of study – consideration of multilevel organization structures for commodity delivery and of issues concerning the cooperation between warehouses of different levels.

KEY WORDS: WAREHOUSE, SHIPMENTS, ROAD VEHICLE, DISTRIBUTION NETWORK, LOGISTICS SYSTEM.

РЕФЕРАТ

Коцюк А.Я. Оптимизация количества распределительных складов в логистической системе / А.Я. Коцюк, Н.А. Лужанская // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

Статья посвящена задаче повышения эффективности каналов распределения товаров в логистических системах.

Объект исследования - процесс снабжения потребителей товарами.

Цель работы - повышение эффективности работы распределительной сети путем оптимизации количества складов.

Методы исследований - статистический анализ и исследование операций.

Отмечено, что особенностью распределительных систем доставки товаров является переработка грузов в узлах стыковки подсистем разных уровней, которая с одной стороны уменьшает скорость доставки товаров, увеличивает расходы из-за перегрузки и сортировки грузов и нуждается в координации расписания движения, а с другой стороны позволяет в соответствии с мощностью

грузопотока выбрать рациональные типы транспортных средств, которые способствуют снижению себестоимости перевозок.

Рассмотрено две схемы поставки продукции для реализации: непосредственно в пункты продажи и через распределительные склады. Разработанные соответствующие модели финансовых расходов. Разность расходов на содержание страхового запаса и транспортировку определяет целесообразность внедрения одной из схем поставки. Оптимизация этого функционалу позволяет установить рациональное количество распределительных складов.

Установлено, что оптимальное количество распределительных складов прямо пропорционально размерам территории обслуживания, вместительности рынка, себестоимости километра пробега автомобиля, и обратно пропорционально грузоподъемности (вместительности) автотранспортного средства, стохастичности процесса продаж, количества пунктов реализации и стоимости содержания единицы товара.

Предложенная методика расчета оптимального количества распределительных составов позволяет сократить количество анализируемых вариантов построения сети складов и принимать обоснованные решения на стадии выполнения передпроектных работ.

Результаты статьи могут быть использованы при разработке распределительной системы доставки товаров.

Прогнозные предположения относительно развития объекта исследования - рассмотрение многоуровневых организационных структур доставки товаров и вопросов организации взаимодействия между складами разных уровней.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: СОСТАВ, ПЕРЕВОЗКА, АВТОМОБИЛЬ, РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ СЕТЬ, ЛОГИСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА.

АВТОРИ:

Коцюк Олександр Якович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, професор кафедри транспортні системи та безпека дорожнього руху, e-mail: tsbdr@ukr.net, тел. +38(044)2804885, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 435.

Лужанська Наталія Олександрівна, Національний транспортний університет, старший викладач кафедри транспортні технології, e-mail: natali.luzhanska@gmail.com, тел. +38(044)2803819, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 437.

AUTHORS:

Kotsiuk Oleksandr Yakovych. Ph.D., Engineering, National Transport University, professor, department transport systems and road safety, e-mail: tsbdr@ukr.net, tel. +38(044)2804885, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 435.

Luzhanska Natalia Oleksandrivna, National Transport University, senior lecturer, department transport technologies, e-mail: natali.luzhanska@gmail.com, tel. +38(044)2803819, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 437.

АВТОРЫ:

Коцюк Александр Яковлевич, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, профессор кафедры транспортные системы и безопасность дорожного движения, e-mail: tsbdr@ukr.net, тел. +38(044)2804885, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 435.

Лужанская Наталья Александровна, Национальный транспортный университет, старший преподаватель кафедры транспортные технологии, e-mail: natali.luzhanska@gmail.com, тел. +38(044)2803819, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 437.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Воркут Т.А. доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри транспортного права та логістики, Київ, Україна.

Заславський В.А. доктор технічних наук, професор, Київський національний університет ім. Т. Шевченка, професор кафедри математичної інформатики, Київ, Україна.

REVIEWER:

Vorkut T.A., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, head of department of transport law and logistics, Kyiv, Ukraine.

Zaslavskiy V.A., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, Taras Shevchenko National University of Kyiv, head of department for mathematical informatics, Kyiv, Ukraine.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗБЕРІГАННЯ І РЕАЛІЗАЦІЇ ШВИДКОПСУВНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Коцюк М.О., Національний транспортний університет, Київ, Україна

RESEARCHING THE STORING AND REALIZATION PROCESS FOR PERISHABLE GOODS

Kotsiuk M.O., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ХРАНЕНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ СКОРОПОРТЯЩЕЙСЯ ПРОДУКЦИИ

Коцюк М.А., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми. Україна щороку виробляє і реалізує, як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках, значні обсяги сільськогосподарської продукції. Ця продукція має обмежений термін придатності, характеризується неперервним псуванням із плином часу і невизначеністю у попиту, що, в свою чергу, призводить до значних її кількісних та якісних втрат. Зокрема, у розвинутих країнах світу сумарні втрати такої продукції при процесах збирання, доставки і реалізації досягають 50%. В Україні ці втрати розцінюються як ще вищі. Звідси, постає проблема підвищення ефективності процесу „доставка – реалізація” сільськогосподарської продукції. Одним із перспективних напрямків рішення цієї проблеми є удосконалення системи управління швидкопсувними запасами. Поодинокі дослідження в цьому напрямку не дають відповіді на багато запитань практичної діяльності. Тому, вивчення закономірностей функціонування систем управління швидкопсувними запасами потребує наукового дослідження. Рішення цієї задачі відповідає положенням „Державної цільової програми розвитку українського села на період до 2015 року” та „Транспортної стратегії України на період до 2020 року”.

Аналіз публікацій. Підвищенню ефективності процесу „доставка – реалізація” продукції сільського господарства присвячені роботи багатьох національних та закордонних вчених [1 – 5]. Серед цих робіт можливо виділити наступні напрямки: умови зберігання, захист та упакування продукції [1]; організація перевезень [2]; управління складськими запасами [3], в тому числі управління швидкопсувними запасами [4]; розробка логістичного ланцюга постачань [5].

У багатьох роботах рекомендації стосовно збереження та перевезення автотранспортними засобами вирощеного врожаю конкретної культури мають суттєві відмінності [1, 2, 5], що впливають на вибір транспортно-технологічної схеми перевезень. Задача організація логістичних ланцюгів від виробника до споживача швидкопсувними товарами майже не розглядається.

У працях прикладної теорії логістики [3] вивчення процесу постачань пов'язують із продукцією, що не псується і має практично необмежений термін придатності. Аналіз і розвиток моделей управління складськими запасами швидкопсувних товарів викладено в монографії [4]. Автор монографії звертає увагу на те, що значна кількість запропонованих моделей в силу прийнятих припущень не може бути використана на практиці.

Крім цього, автори робіт [1 – 5] використовують різні критерії ефективності, що у поєднанні із різними цілями учасників процесу „доставка – реалізація” сільськогосподарської продукції значно ускладнює розробку і впровадження логістичного ланцюга. Нечисленні роботи [5] свідчать про початок досліджень у цьому напрямку. Крім цього, в дослідженнях не розглядаються особливості роботи підприємств, що взаємодіють, та вплив транспортної складової. Тому дослідження стосовно систем управління швидкопсувними запасами є актуальними та потребують розвитку.

Метою публікації є апробація результатів дослідження закономірностей процесу зберігання і реалізації швидкопсувної продукції, зокрема баштаних культур.

Виклад основного матеріалу. У загальному вигляді логістичний ланцюг забезпечення споживачів продукцією баштаних культур включає в себе реалізацію агрономічного комплексу заходів щодо вирощування культур, збирання із подальшим перевезенням до місць зберігання (реалізації), транспортування продукції до підприємств роздрібної торгівлі, передреалізаційне зберігання і реалізацію. Даний логістичний ланцюг має певні особливості:

- відсутність централізованого управління процесом у цілому;

- неантагоністичні протиріччя між учасниками процесу;
- різні критерії оцінювання функціонування ланок ланцюга;
- зменшення корисних властивостей продукту під час перебування у ланцюзі постачань за показниками залежними від температури та вологості.

З огляду на ці особливості, використання традиційних ланцюгів постачань є неефективним.

Для розробки логістичного ланцюга постачань та визначення оптимальної партії поставки баштанних культур необхідно вирішити три першочергові задачі:

- описати процес реалізації партії продукції;
- встановити залежність між попитом і ціною продукції;
- дослідити динамку зміни вартості продукції.

Процес реалізації баштанних культур розглянемо на прикладі одноперіодичної моделі.

Нехай попит за торговельну сесію має постійну інтенсивність λ , швидкість поповнення продукції миттева, природна втрата ваги партії поставки на етапі передреалізаційного зберігання у кожний момент часу пропорційна наявному запасу з коефіцієнтом δ_n , а на етапі реалізації – пропорційна інтенсивності попиту з коефіцієнтом δ_p .

Тоді процес реалізації описується диференціальним рівнянням:

$$\frac{dg}{dt} = -\lambda - \delta_n \cdot g - \delta_p \cdot \lambda \quad (1)$$

Після тривіальних перетворень маємо:

$$\int \frac{dg}{\frac{\lambda(1+\delta_p)}{\delta_n} + g} = \int -\delta_n \cdot dt \quad (2)$$

Звідки отримано:

$$\ln \left[\frac{\lambda(1+\delta_p)}{\delta_n} + g \right] = -\delta_n \cdot t + C \quad (3)$$

де C – постійна інтегрування.

Тоді динаміка зміни партії поставки має вид

$$g = C_1 \cdot \exp(-\delta_n \cdot t) - \frac{\lambda \cdot (1+\delta_p)}{\delta_n}, \quad C_1 = \exp(C) \quad (4)$$

При початковій умові $t = 0$ вага продукції складає g_0 , звідси:

$$C_1 = g_0 + \frac{\lambda \cdot (1+\delta_p)}{\delta_n} \quad (5)$$

Після підстановки (5) в (4) та виконання перетворень одержано:

$$g = \left(\frac{g_0 \cdot \delta_n}{\lambda \cdot (1+\delta_p)} + 1 \right) \cdot \exp(-\delta_n \cdot t) - 1 \quad (6)$$

Нехай через час t_p вся партія поставки буде реалізована, тоді рівняння (6) приймає вид:

$$0 = \left(\frac{g_0 \cdot \delta_n}{\lambda \cdot (1+\delta_p)} + 1 \right) \cdot \exp(-\delta_n \cdot t_p) - 1 \quad (7)$$

Рішенням цього рівняння є:

$$t_p = \frac{1}{\delta_n} \cdot \ln \left[1 + \frac{g_0 \cdot \delta_n}{\lambda \cdot (1 + \delta_p)} \right] \quad (8)$$

Формула (8) описує тривалість торговельної сесії, а залежність (6) – зміну ваги продукції в закладі торгівлі.

Теоретичним підґрунтям встановлення залежності між попитом і ціною продукції є положення теорій маркетингу про наявність залежності пропозиція – попит та психофізики про зв'язок реакції людини на зовнішнє подразнення. Дослідження виконували на основі статистичних спостережень за реалізацією баштаних культур у торговельному закладі, обробки даних офіційної статистичної звітності та наведених у засобах масової інформації.

Основний психофізичний закон має декілька формулювань, які визначаються умовами та явищами, що досліджують. Вони передбачають прийняття тих чи інших припущень.

Для встановлення залежності величини попиту від вартості баштаних культур приймемо, що відносна зміна обсягу продажу баштаних культур викликана пропорційною зміною відносної ціни товару, тоді дійсним є рівняння:

$$\frac{\Delta P}{P} = k \frac{\Delta C}{C} \quad (9)$$

де P – обсяг продажу товару;

C – ціна товару;

k – коефіцієнт пропорційності;

ΔP і ΔC – величина зміни, відповідно, обсягу продажу і ціни товару.

Припустимо, що малі величини приросту обсягу продажу (ΔP) і ціни товару (ΔC) можливо розглядати як нескінченно малі величини, тобто у математичному сенсі як диференціали:

$$\frac{dP}{P} = k \frac{dC}{C} \quad (10)$$

Після інтегрування виразу (10) отримано:

$$\ln(P) + C_1 = k \times \ln(C) + C_2 \quad (11)$$

де C_1 і C_2 – постійні інтегрування.

Приймемо:

$$C_3 = C_2 - C_1, \quad C_3 = \ln(n) \quad (12)$$

Після підстановки (12) у (11) та виконання алгебраїчних перетворень одержимо:

$$P = n \times C^k \quad (13)$$

Для підтвердження цієї залежності були виконане візуальне спостереження за продажем кавунів. Пунктом спостереження за процесом торгівлі був вибраний відділ продажу овочів гіпермаркету „Караван” в місті Києві розташований за адресою вул. Лугова 12. Місце спостереження було вибрано з огляду на наступні чинники: по-перше, великі обсяги продаж; по-друге, значні коливання ціни на товари викликані періодичними акціями; по-третє, вільний доступ до контролю за вагою та ціною одиниці товару.

Спостереження виконували у 2013 році постійно з кінця червня до початку жовтня по п'ятницям, неділям та понеділкам із 16.00 до 17.00 з огляду на динаміку споживання баштаної продукції в м. Києві у 2012 році. Декілька результатів були отримані в інші дні тижня зазначеного періоду, а також в листопаді та грудні. До цих результатів були додані дані про продаж кавунів у березні – квітні 2014 року.

Встановлення залежності між попитом і роздрібною ціною за даними виконаного спостереження буде відображенням конкретних умов торгівлі. Використання такої залежності за зміни умов торгівлі може привести до прийняття хибних рішень. Тому для розширення умов застосування закономірності між зміною попиту в залежності від ціни товару було використано прийом нормування.

Нехай відома безбиткова вартість одиниці товару – $Ц_{\delta}$. Її визначає сума закупівельної вартості одиниці товару, вартості перевезень та продажу із накладними витратами. Тоді при рівності роздрібною ($Ц_p$) та безбиткової цін згідно положень маркетингу спостерігатимемо найбільшу інтенсивність купівлі товару (λ_{max}), яка у відповідності до залежності (13) має вид:

$$\lambda_{max} = n \times Ц_{\delta}^k \quad (14)$$

Для будь-якої іншої ціни ($Ц_p$) маємо:

$$\lambda = n \times Ц_p^k \quad (15)$$

З (14) та (15) одержано

$$\lambda = \lambda_{max} \left(\frac{Ц_p}{Ц_{\delta}} \right)^k \quad (16)$$

Так як у виразі (16) коефіцієнт k визначає чутливість до зміни роздрібною ціни він не залежить від місця торгівлі. Тоді як максимальна інтенсивність продаж товару λ_{max} визначається конкретними умовами торгівлі. Для виключення впливу цього фактору залежність між попитом і ціною товару встановлювали у виді:

$$\frac{\lambda}{\lambda_{max}} = \left(\frac{Ц_p}{Ц_{\delta}} \right)^k \quad (17)$$

Обробка даних статистичних спостережень виконувалась з використанням прикладних програм для персональних комп'ютерів, зокрема, для статистичного аналізу одержаних масивів даних – програма EXCEL. Результати розрахунків представлені на рис. 1.

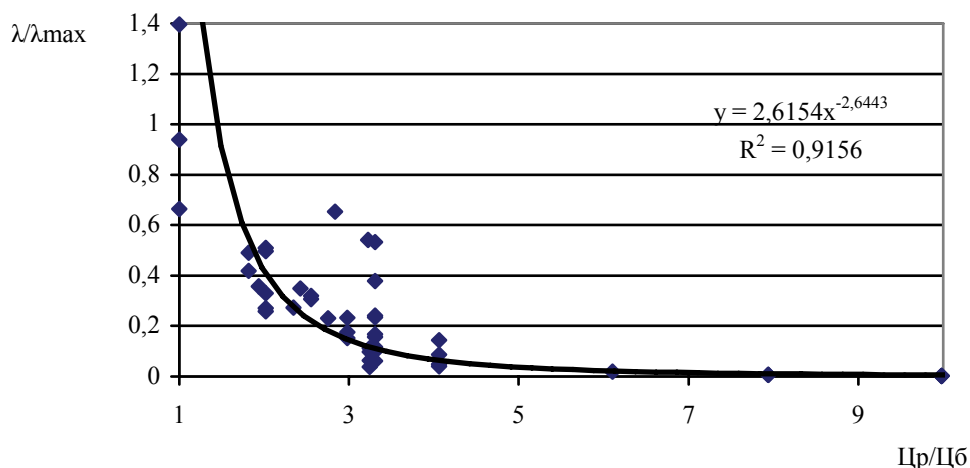


Рисунок 1 – Залежність відносних змін попиту (λ/λ_{max}) та ціни товару ($Ц_p/Ц_{\delta}$).

Таким чином, була одержана залежність

$$\lambda/\lambda_{max} = 2,6154(Ц_p/Ц_{\delta})^{-2,6443} \quad (18)$$

Для підтвердження початкової гіпотези про ступеневу залежність між попитом та ціною були апроксимовані інші функції. Найкращий результат із величиною достовірності апроксимації (R^2) забезпечила експоненційна залежність ($R^2 = 0,6450$).

Перевірка адекватності одержаного виразу залежності (18) виконана порівнянням статистичних та розрахункових даних України за місяцями 2013 року обсягів реалізації баштанових культур в залежності від середньої ціни за місяць. Коефіцієнт кореляції прийняв значення 0,814. Незначне зниження коефіцієнту пояснюється тим, що рівняння (18) було визначене на основі продажу кавунів, а застосоване для визначення сукупного продажу динь та кавунів.

Основною перевагою виведеної залежності (18) є те, що для встановлення емпіричних коефіцієнтів функції достатньо знати тільки дві ціни товару та відповідний до них попит.

Для встановлення тенденції зміни ціни на кавуни із плином часу за статистичними даними 2011-2013 роки був встановлений період в 140 діб, протягом якого відбувалась торгівля плодами вирощеними в Україні. По кожній добі розраховували середню ціну продукту за три роки. Одержаний масив даних було опрацьовано з використанням програмного продукту Excel. В результаті розрахунків встановлено, що динаміка зміни ціни із прийнятою на практиці 5 % точністю описується поліномом п'ятого ступеню (рис. 2.).

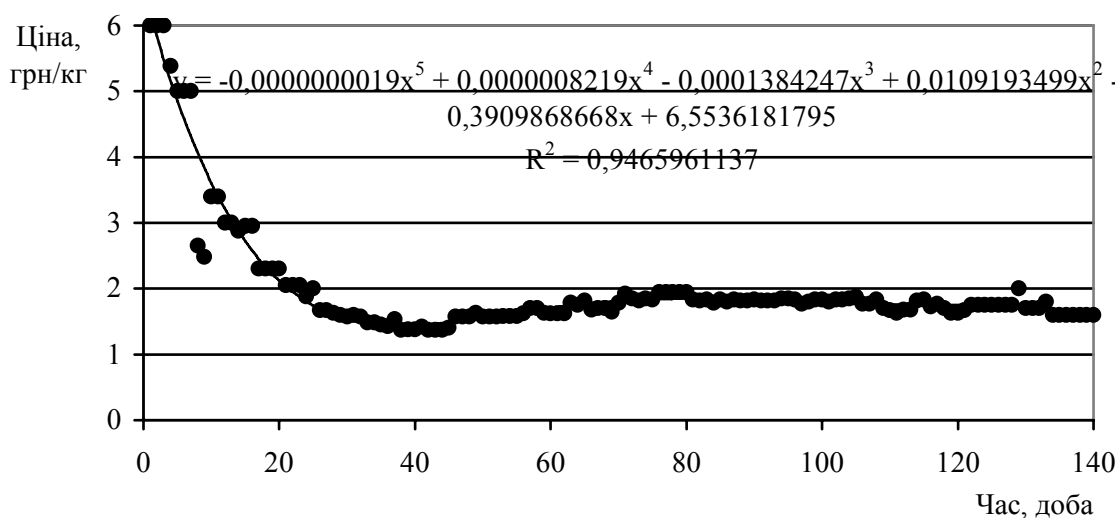


Рисунок 2 – Апроксимація динаміки ціни кавунів за сезон торгівлі

Подальше підвищення ступеню поліному збільшує складність опису та розрахунків без суттєвого підвищення критерію апроксимації (рис. 3).



Рисунок 3 – Відповідність значень коефіцієнту достовірності апроксимації (R^2) ступеню поліному, що описує полігон даних.

Крім цього, встановлено, що на роздрібну ціну впливає багато факторів: стан економіки в країні, ситуація на ринку баштанних культур, ціни інших продавців, тощо.

Зміна ціни викликає зміну попиту, який залежить від ще більшої кількості факторів, таких як дні тижня, погодні умови, склад сім'ї покупців тощо. Сумарний вплив багатьох передбачуваних та випадкових факторів веде до ймовірного розподілу попиту. З метою встановлення розподілу попиту на кавуни із масиву даних спостереження був сформований новий масив даних у ціновому діапазоні $1,65 \pm 0,34$ грн/кг. Таке відхилення від середньої ціни менше скидки, що встановлюється на дану продукцію, тому не викликає різкої зміни попиту. У відповідність ціні було поставлено кількість проданих кавунів та їх вага. Тобто розподіл попиту на кавуни можливо визначити у кількісному і ваговому вимірі. Однак кількісна характеристика дискретна, що створює певні незручності та менш інформативна про попит, так як для рішення ряду задач потребуватиме додатково знання розподілів кількості плодів у покупці та середньої ваги плоду. Вимір попиту у одиницях ваги надає можливість опису випадкової величини безперервним розподілом, який в багатьох випадках спрощує аналітичне дослідження. Тому для масиву даних годинної інтенсивності продажу кавунів в кілограмах було здійснено пошук закону розподілу випадкової величини. Полігон розподілу значень масиву, середнє значення та дисперсія дозволили зробити припущення про можливі види закону розподілу випадкової величини. Для визначення значень параметрів закону розподілу випадкової величини були використані відомі методики. Обробка результатів виконувалась з використанням прикладних програм для персонального комп'ютера. В результаті статистичної обробки даних спостережень було встановлено, що їх розподіл узгоджується із теоретичним розподілом Релея з параметрами: математичне очікування – 272,7 кг/год, середнє квадратичне відхилення – 217,7 кг/год. Критерій узгодження теоретичного та статистичного масивів даних ($\chi^2 = 12,8$) відповідає допустимому рівню значимості $p = 0,05$.

Таким чином, встановлені закономірності створюють теоретичне підґрунття для адекватного опису відповідного етапу процесу доставки-реалізації баштанних культур.

Висновки. Встановлені залежності тривалості і обсягу реалізації партії швидкопсувної продукції дозволяють адекватно відобразити процес торговельної сесії та надають можливість розрахувати економічні показники роботи закладу торгівлі.

Виведена аналітично і підтверджена спостереженнями залежність між попитом і ціною на баштанні культури дозволяє обґрунтовувати заходи щодо управління реалізацією продукції.

Визначена динаміка зміни ціни на баштанові культури протягом періоду торгівлі плодами та залежність між попитом і ціною дозволять визначати оптимальні партії поставок та вибрати раціональну стратегію управління швидкопсувними запасами.

Виконане дослідження надає теоретичне підґрунття для моделювання процесу „доставка – реалізація” баштанних культур, яке дозволить вивчити вплив різних стратегій управління швидкопсувними запасами на ефективність процесу. На основі моделювання процесу стане можливим визначити оптимальну партію поставки швидкопсувної продукції за конкретних умов збору, перевезення та реалізації.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Пузік Л.М. Наукове обґрунтування та розробка заходів подовження строків споживання плодів гарбузових рослин : автореф. дис. ... д-ра сільськогосподарських наук : 06.01.15 / Пузік Людмила Михайлівна. – К., 2010. – 42 с.
2. Троицкая Н.А. Организация перевозки скоропортящихся грузов в международном сообщении. / Н.А. Троицкая. – М.: АсМАП, 1999. – 128 с.
3. Модели и методы теории логистики / В.С. Лукинский, В.В. Лукинский, Ю.В. Малевич, И.А. Пластуняк – СПб. : Питер, 2008. – 448 с.
4. Nahmias S. Perishable Inventory Systems / Steven Nahmias. – New York: Springer Science+Business Media, 2011. – 96 p. – (Series “International Series in Operations Research & Management Science”).
5. Blackburn J. Supply Chain Strategies for Perishable Products: The Case of Fresh Produce / J. Blackburn, G. Scudder // Production and Operations Management. – 2009. – Vol. 18, Is. 2. – P. 129—137.

REFERENCES

1. Puzik L.M. *Naukove obgruntuvannia ta rozrobka zakhodiv podovzhennia strokiv spozhyvannia plodiv harbuzovykh roshlyn*. Dokt. Diss. [Scientific substantiation and developing measures to prolong the usage term of gourds. Dokt. Diss.]. Kyiv, 2010. 42 p. (Ukr)
2. Troitskaya N.A. *Organizatsiya perevozki skoroporyashchikhsya gruzov v mezhdunarodnom soobshchenii* [Organization of international transportation of perishable goods]. Moscow, AsMAP, 1999. 128 p. (Rus)
3. Lukinskiy V.S., Lukinskiy V.V., Malevich Yu.V., Plastuniak I.A. *Modeli i metody teorii logistiki* [Models and methods of the logistics theory]. Saint-Petersburg, Piter, 2008. 448 p. (Rus)
4. Nahmias S. *Perishable Inventory Systems* / Steven Nahmias. – New York: Springer Science+Business Media, 2011. – 96 p. – (Series “International Series in Operations Research & Management Science”).
5. Blackburn J. Supply Chain Strategies for Perishable Products: The Case of Fresh Produce / J. Blackburn, G. Scudder // *Production and Operations Management*. – 2009. – Vol. 18, Is. 2. – P. 129—137.

РЕФЕРАТ

Коцюк М.О. Дослідження процесу зберігання і реалізації швидкопсувної продукції / М.О. Коцюк // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

Стаття присвячена висвітленню результатів дослідження закономірностей процесу зберігання і реалізації швидкопсувної продукції на прикладі баштанних культур.

Об’єкт дослідження – процес реалізації баштанних культур та його складових: зберігання, транспортування і продаж.

Мета роботи – встановити закономірності функціонування процесу „доставка – реалізація” швидкопсувних продуктів для обґрунтування оптимальної величини партії поставки товару та вибору раціональної стратегії управління швидкопсувними запасами.

Методи дослідження. Методи математичного аналізу були використані при виведенні залежностей тривалості торговельної сесії та втрат продукції, а також для встановлення залежності між ціною і попитом на баштанні культури. Методами статистичного аналізу перевірялась адекватність виведених залежностей та була описана динаміка зміни ціни товару із плином часу. Частина даних була зібрана методами натурного спостереження.

Відмічено, що логістичний ланцюг „доставка – реалізація” баштанних культур характеризується: відсутністю централізованого управління процесом; наявністю неантагоністичних протиріч між учасниками процесу; різними критеріями оцінювання функціонування ланок ланцюга; зменшенням корисних властивостей продукту під час перебування у ланцюзі постачань. З огляду на ці особливості, використання традиційних ланцюгів постачань є неефективним. Тому для розробки логістичного ланцюга постачань необхідно вирішити три першочергові задачі: описати процес реалізації партії продукції; встановити залежність між попитом і ціною продукції; дослідити динамку зміни вартості продукції.

Процес реалізації баштанних культур було розглянуто на прикладі одноперіодичної моделі. При цьому було припущено, що попит протягом торговельної сесії має постійну інтенсивність, швидкість поповнення продукції миттєва, природна втрата ваги партії поставки на етапі передреалізаційного зберігання у кожний момент часу пропорційна наявному запасу, а на етапі реалізації – пропорційна інтенсивності попиту. Рішенням складеного диференційного рівняння були отримані залежності для визначення тривалості торговельної сесії та зміни запасу партії поставки у довільний момент часу.

Теоретичним підґрунтям встановлення залежності між попитом і ціною продукції були прийняті положення теорій маркетингу про наявність залежності пропозиція – попит та психофізики про зв’язок реакції людини на зовнішнє подразнення. Дослідження виконували на основі статистичних спостережень за реалізацією баштанних культур у торговельному закладі, обробки даних офіційної статистичної звітності та наведених у засобах масової інформації. Виведена аналітично залежність була підтверджена даними натурних спостережень, а адекватність перевірена

на основі статистичних даних. Отже, зв'язок відносних змін попиту та ціни на баштанні культури визначаються степеневою залежністю..

На основі регресійної моделі встановлена залежність зміни ціни на кавуни протягом сезону торгівлі. Зміна ціни викликає зміну попиту, який залежить від ще більшої кількості факторів, таких як дні тижня, погодні умови, склад сім'ї покупців тощо. Сумарний вплив багатьох передбачуваних та випадкових факторів веде до ймовірного розподілу попиту. В результаті статистичної обробки даних спостережень було встановлено, що їх розподіл узгоджується із теоретичним розподілом Релея.

Результати дослідження можуть бути використані для удосконалення роботи виробничих, транспортних та торговельних підприємств та організацій.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – розробка стратегії постачання швидкопсувних продуктів у торговельну мережу, яка максимізує прибуток за сезон реалізації.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПЕРЕВЕЗЕННЯ, ЕФЕКТИВНІСТЬ, ШВИДКОПСУВНІ ПРОДУКТИ, МОДЕЛЬ, ЛОГІСТИКА, ПОСТАЧАННЯ.

ABSTRACT

Kotsiuk M.O. Researching the storing and realization process for perishable goods. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

This article provides the research results of regularities of the storing and realization process for perishable goods in terms of melons.

Object of the study – melons realization process and its components: storing, shipment and selling.

Purpose of the study – to define the regularities of the delivery and realization process for perishable goods in order to substantiate the optimal batch size and choose a rational strategy for perishable inventory management.

Methods of the study. The mathematics analysis methods were used in deriving the dependencies of duration of trading season and product losses, as well as in defining the dependency between price and demand for melons. By the means of the statistics analysis methods, the adequacy of the derived dependencies was verified and the item price changing dynamics with flow of time was described. A part of data was collected by the means of the naturalistic observation methods.

The article points out that the logistics chain of delivery and realization for melons is characterized by the absence of centralized process management, the presence of nonantagonistic contradictions between participants of the process, the different evaluation criteria for chain links, the decreasing of useful properties of product throughout the supply chain. Considering these singularities, usage of traditional chains is noneffective. Therefore, three main tasks are necessary to be accomplished in order to build up a logistics chain: to describe the batch realization process, to define the dependency between demand and item price, research the cost changing dynamics.

Melons realization process was considered in terms of the single period model. In doing so, the assumptions that demand has a constant intensity throughout a trading season, resupply velocity is instantaneous, batch natural loss is proportional to on-hand inventories in every moment of time at the stage of prerealization storing, and, at the realization stage, it is proportional to demand intensity, were taken. The dependencies for defining the trading season duration and the batch size changing in random moment of time were achieved by solving a folded differential equation.

Propositions of marketing theories about connection between demand and supply and of psychophysics theories about human's reaction to external environment were accepted as the theoretic background in defining the dependency between demand and price. The researches have been performed based on statistical observations of melons' realization in a point of sale, processing of data given in official statistics reports and mass media. The analytically derived function was confirmed by the naturalistic observation data, and its adequacy was verified on the basis of statistical data. Hence, the connection between relative changes of demand and price of melons are determined by the exponential function.

On the basis of the regression model, the function of watermelon price throughout the trading season was determined. Price change causes a change of demand that depends on even major amount of factors,

such as day of week, weather conditions, family structure of customers etc. The summary influence of most foreseen and random factors causes a probability distribution. After statistical processing of observation data, it was defined that their distribution corresponds to theoretical Rayleigh distribution.

The achieved research results can be used for performance improvement of production, transport and trade enterprises and organizations.

Forecast assumptions about the object of study – developing a strategy of perishable goods supply into the trade network that maximizes a profit for realization season.

KEY WORDS: SHIPMENTS, EFFICIENCY, PERISHABLE GOODS, MODEL, LOGISTICS, SUPPLY.

РЕФЕРАТ

Коцюк М.А. Исследование процесса хранения и реализации скоропортящейся продукции / М.А. Коцюк // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

Статья посвящена освещению результатов исследования закономерностей процесса хранения и реализации скоропортящейся продукции на примере бахчевых культур.

Объект исследования – процесс реализации бахчевых культур и его составных: хранение, транспортировка и продажа.

Цель работы – установить закономерности функционирования процесса „доставка – реализация” скоропортящихся продуктов для обоснования оптимальной величины партии поставки товара и выбора рациональной стратегии управления скоропортящимися запасами.

Методы исследований. Методы математического анализа были использованы при выводе зависимостей продолжительности торговой сессии и потерь продукции, а также для установления зависимости между ценой и спросом на бахчевые культуры. Методами статистического анализа проверялась адекватность выведенных зависимостей и была описана динамика изменения цены товара с течением времени. Часть данных была собрана методами натурного наблюдения.

Отмечено, что логистическая цепь „доставка – реализация” бахчевых культур характеризуется: отсутствием централизованного управления процессом; наличием неантагонистических противоречий между участниками процесса; разными критериями оценивания функционирования звеньев цепи; уменьшением полезных свойств продукта во время пребывания в цепи снабжения. Учитывая эти особенности, использование традиционных цепей снабжений представляется неэффективным. Поэтому для разработки логистической цепи снабжения необходимо решить три первоочередные задачи: описать процесс реализации партии продукции; установить зависимость между спросом и ценой продукции; исследовать динамику изменения стоимости продукции.

Процесс реализации бахчевых культур было рассмотрено на примере однопериодической модели. При этом предполагалось, что спрос на протяжении торговой сессии имеет постоянную интенсивность, скорость пополнения продукции мгновенная, естественная убыль веса партии поставки на этапе передреализационного хранения в каждый момент времени пропорциональна имеющемуся запасу, а на этапе реализации – пропорциональна интенсивности спроса. Решением составленного дифференциального уравнения были получены зависимости для определения продолжительности торговой сессии и изменения запаса партии поставки в произвольный момент времени.

Теоретической основой установления зависимости между спросом и ценой продукции были приняты положения теорий маркетинга о наличии зависимости предложение – спрос и психофизики о связи реакции человека на внешнее раздражение. Исследование выполняли на основе статистических наблюдений за реализацией бахчевых культур в торговом центре, обработки данных официальной статистической отчетности и приведенных в средствах массовой информации. Выведенная аналитически зависимость была подтверждена данными натурных наблюдений, а адекватность проверена на основе статистических данных. Итак, связь относительных изменений спроса и цены на бахчевые культуры определяются степенной зависимостью.

На основе регрессионной модели установлена зависимость изменения цены на арбузы на протяжении сезона торговли. Изменение цены вызывает изменение спроса, который зависит от еще

большого количества факторов, таких как дни недели, погодные условия, состав семьи покупателей и т.п. Суммарное влияние многих предвиденных и случайных факторов ведет к вероятностному распределению спроса. В результате статистической обработки данных наблюдений было установлено, что их распределение согласовывает с теоретическим распределением Релея.

Результаты исследования могут быть использованы для усовершенствования работы производственных, транспортных и торговых предприятий и организаций.

Прогнозные предположения относительно развития объекта исследования – разработка стратегии снабжения скоропортящихся продуктов в торговую сеть, которая максимизирует прибыль за сезон реализации.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ПЕРЕВОЗКА, ЭФФЕКТИВНОСТЬ, СКОРОПОРТЯЩИЕСЯ ПРОДУКТЫ, МОДЕЛЬ, ЛОГИСТИКА, СНАБЖЕНИЕ.

АВТОР:

Коцюк Максим Олександрович, Національний транспортний університет, аспірант кафедри транспортні системи та безпека дорожнього руху, e-mail: m.kotsiuk@ukr.net, тел. +380938724241, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 435.

AUTHOR:

Kotsiuk Maksym Oleksandrovych. National Transport University, graduate student department transport systems and road safety, e-mail: m.kotsiuk@ukr.net, tel. +380938724241, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 435.

АВТОР:

Коцюк Максим Александрович, Национальный транспортный университет, аспирант кафедры транспортные системы и безопасность дорожного движения, e-mail: m.kotsiuk@ukr.net, tel. +380938724241, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 435.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Воркут Т.А. доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри транспортного права та логістики, Київ, Україна.

Заславський В.А. доктор технічних наук, професор, Київський національний університет ім. Т. Шевченко, професор кафедри математичної інформатики.

REVIEWER:

Vorkut T.A., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, head of department of transport law and logistics, Kyiv, Ukraine.

Zaslavskiy V.A., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, Taras Shevchenko National University of Kyiv, head of department for mathematical informatics, Kyiv, Ukraine.

ТАКТОВИЙ РУХ КОНТРЕЙЛЕРНИХ ПОЇЗДІВ ЯК ОСНОВА РОЗВИТКУ
МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УКРАЇНІ

Красноштан О.М., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

CLOCK SCHEDULE OF CONTTRAILER TARTINS – BASE FOR DEVELOPMENT
OF MULTIMODAL TRANSPORTATION IN UKRAINE

Krasnoshtan O.M., Candidate of Science (Engineering), National transport university, Kyiv, Ukraine

ТАКТОВОЕ ДВИЖЕНИЕ КОНТРЕЙЛЕРНЫХ ПОЕЗДОВ КАК ОСНОВА
РАЗВИТИЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК В УКРАИНЕ

Красноштан А.М., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Вступ. Головний сучасний світовий тренд розвитку транспортної системи полягає у стрімкому розвитку мультимодальних перевезень, і контрейлерних перевезень як важливого їх різновиду. У всьому цивілізованому світі останні 5 років 2/3 вантажних перевезень у міжнародному сполученні здійснюються за допомогою так званих комбінованих перевезень, до яких відносяться інтермодальні, мультимодальні та контрейлерні перевезення. Україна є рівноправним гравцем на світовому транспортному ринку і з метою виходу та надійного закріплення на лідерних позиціях в умовах глобалізації, розвиток мультимодальних і, зокрема, контрейлерних перевезень є безальтернативним шляхом.

На сьогоднішній день в Україні спостерігається певне відставання розвитку транспортної інфраструктури та технологій перевезень, в т.ч. й мультимодальних перевезень, і це негативно впливає на транспортну складову собівартості продукції вітчизняних підприємств, а отже й на структуру ВВП.

В Україні проводиться велика і системна робота щодо розвитку контрейлерних перевезень. Існують приклади успішних проєктів в цьому напрямку. Однак, дані проєкти не переросли у масштабне та всеохоплююче явище, і це не сприяє повною мірою динамічному розвитку транспортної системи в цілому.

Аналіз попередніх досліджень. Активні теоретичні дослідження питання контрейлерних перевезень та опрацювання їх широкомасштабної практичної реалізації розпочалось ще наприкінці 90-х років минулого століття. Неоціненний могутній поштовх цьому процесу дав Георгій Миколайович Кирпа [1, 2]. Саме на період його перебування на посаді Міністра транспорту та зв'язку України – Генерального директора Укрзалізниці було запроваджено перший контрейлерний поїзд «Вікінг» (2003 р.), який курсував за маршрутом Іллічівськ (Україна) – Мінськ (Білорусь) – Клайпеда (Литва). За період 2003-2004 років і за два місяці 2005 року у складі поїзда було перевезено 3,2 тисячі автопоїздів [6].

Грунтовні дослідження питань організації та управління мультимодальними перевезеннями містяться у наукових працях Кирпи Г.М. [1,2], Дьоміна Ю.В. [3], Петрашевського О.Л. [4], Козака В.В. [4]. В цих працях розглянуто та досліджено всі основні аспекти технічної реалізації, технології та організації контрейлерних перевезень. Створено потужну теоретичну та методологічну базу для реалізації проєктів контрейлерних перевезень.

В роботах [9, 10] проведено аналіз та визначено комплекс причин, які не дозволили мультимодальним, в т.ч. контрейлерним перевезенням, набутти належного розвитку:

- Недосконалість нормативно-правового регулювання мультимодальних перевезень, невизначеність стратегічних засад їх розвитку;
- Високі ризики мультимодальних операторів при організації мультимодальних перевезень за участі двох і більше видів транспорту;
- Відсутність в Україні розвинутої мережі транспортно-логістичних центрів, а також інституту мультимодальних (логістичних) операторів;
- Брак високопрофесійних і досвідчених фахівців в сфері організації мультимодальних перевезень;

➤ Відсутність представницької мережі національних експедиторських компаній за кордоном, яка б забезпечувала високий ступінь узгодженості дій всіх учасників транспортування вантажів та протекцію державних інтересів за кордоном.

Мета роботи. Метою даної роботи є всебічний аналіз контрейлерних перевезень як перспективного виду вантажних перевезень, вивчення процесів реалізації проектів контрейлерних перевезень, аналіз позитивних факторів, які не дозволили забезпечити тотального поширення цього виду перевезень в умовах України. Також до мети роботи відноситься прогнозування умов, необхідних для нормального розвитку та розширення контрейлерних перевезень, та вироблення пропозиції щодо подальших системних кроків в цьому напрямку. Більш того, необхідно запропонувати ґрунтовні зміни до системи управління транспортною галуззю з метою створення оптимальних умов для розвитку контрейлерних перевезень.

Сутність технологій комбінованих перевезень полягає в інтеграції в єдину транспортну систему спеціалізованих засобів автомобільного та залізничного транспорту. Комбіновані перевезення приносять на транспортний ринок нову логістичну концепцію, яка в цілому сприяє синергетичному розвитку транспортного комплексу.

Комбіновані перевезення – це спосіб поєднання найкращих якостей різних видів транспорту: мобільність, швидкість та вседоступність автомобільного транспорту із надійністю, екологічністю, всепогодністю, високопродуктивністю та безпекою залізничного транспорту [3].

Світова історія запровадження контрейлерних перевезень не є новою: формально вони починають свою історію з 1960-х – 1970-х років минулого сторіччя в Західній Європі [6]. В 1970 році було створено Міжнародний союз транспортних компаній контрейлерних перевезень (International Union for Road-Rail Combined Transport – UIRR) зі штаб-квартирою в місті Мюнхені (ФРН) [7]. В 1992 році запроваджено реалізацію програми Європейської комісії PACT (Pilot Actions for Combined Transport), яка полягала у створенні стійкого мультимодального коридору від Північної Європи до Італії та Греції.

Існують і дуже успішні проекти внутрішніх контрейлерних перевезень. Так, відомий французький внутрішній контрейлерний маршрут, який з 2003 року курсує між Парижем і Марселем, використовується для перевезення генеральних вантажів. При загальній відстані маршруту в 240 км відношення довжини автомобільних пліч до довжини залізничних пліч обслуговування становить 1:8. сервіс оперується транспортною компанією COMBIDEM, яка у постійній експлуатації має 350 змінних кузовів. Частота контрейлерного сервісу – 5 разів на тиждень в кожному напрямку. Експлуатація даного сервісу дозволила на 10% зменшити операційні витрати і на 70-75% [6].

Український Уряд також приділяє увагу розвитку мультимодальних перевезень. Так, у Транспортній стратегії України на період до 2020 року очікується, що у 2020 році обсяги перевезення вантажів збільшаться порівняно із 2008 роком на 43,1% [8].

Взагалі, питання розширення та розповсюдження контрейлерних перевезень доцільно розділити на три групи завдань та заходів, як це зображено на рис. 1.

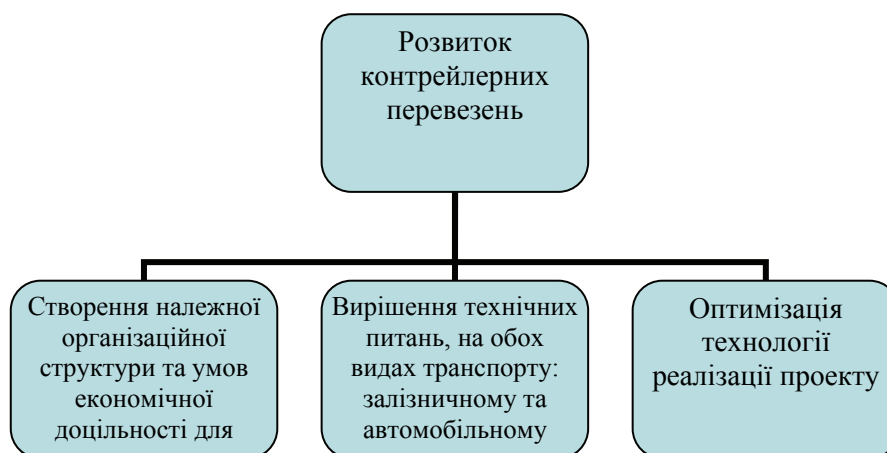


Рисунок 1 – Групи завдань і заходів реалізації проекту запровадження контрейлерних перевезень

Теоретичні дослідження та досвід практичної реалізації свідчать про загальні безумовні переваги контрейлерних перевезень, до яких відносяться, зокрема:

- Економічна доцільність
- Розвантаження автодорожньої мережі та запобігання руйнуванню автомобільних доріг;

- Уникнення дії заборон на рух вантажних транспортних засобів вдень в теплу пору року;
- Скорочення пробігу автотранспортних засобів;
- Безпека
- Надійність
- Можливість планування перевезень
- Точність та дотримання строків доставки
- Екологічні переваги
- Завантаження незадіяних потужностей залізниць
- Створення додаткових робочих місць
- Соціальні переваги та зменшення навантаження на працівників;
- Зміна в енергетичному балансі: зменшення споживання нафтопродуктів за рахунок

збільшення споживання електроенергії вітчизняного виробництва;

- Можливість позбавитись штрафів корупційної складової у вигляді хабарів правоохоронним та контролюючим органам на дорогах;

Для умов України зазначені переваги є особливо актуальними. Зокрема, це стосується зменшення навантаження на мережу автомобільних доріг та запобігання руйнуванню автомобільних доріг: одним із найбільших факторів руйнування доріг є проїзд вантажних автомобілів із великими навантаженнями на вісь. Особливо сильно цей фактор проявляється в теплу пору року [11]: в цей час навіть вводяться заборони на рух вантажних транспортних засобів у день та у випадках перевищення температури повітря понад встановлений ліміт. Так, у разі підвищення температури повітря більш ніж на 280 С на автомобільних дорогах загального користування рух великовагового транспорту загальною вагою понад 24 т і навантаженням на вісь більш ніж 7 т призводить до руйнування покриття доріг та утворення на них деформацій у вигляді колійності та осідань. Особливо небезпечним є поєднання двох негативних факторів «велика вага автотранспортних засобів – висока температура покриття».

З іншого боку, в останній час спостерігається стабільне зниження обсягів транзиту залізничним транспортом України. Більш того, минулого року також спостерігалось зменшення обсягів вантажних перевезень залізничним транспортом: в 2013 році в порівнянні із 2012 роком обсяг вантажних перевезень зменшився на 3%, а обсяг транзитних перевезень зменшився на 18,8% [11]. Головних об'єктивних причин тут дві: загальний економічний спад в економіці та переорієнтація експортних вантажів Російської Федерації (нашого головного транзитера) на свої порти. Нажаль, дана тенденція зберігатиметься й надалі. Тому перед залізничним транспортом на сьогодні стоїть непросте завдання по залученню додаткових вантажопотоків з метою стабілізації обсягів вантажних перевезень та завантаження наявної виробничо-технічної бази. Тому розвиток системи контейнерних перевезень може стати ефективним шляхом вирішення одразу двох системних проблем: 1 – зменшення руйнівного впливу важковагових транспортних засобів на покриття автомобільних доріг і 2 – залучення додаткових вантажопотоків на систему залізничного транспорту України.

Більш того, існуючі заборони на проїзд важковагового автотранспорту в сукупності із загальним незадовільним станом автомобільних доріг в Україні та недостатньо розвинутою інфраструктурою придорожного сервісу, призводить до того, що транзитні вантажопотоки автомобільним транспортом спрямовуються в обхід України (хоча в більшості таких випадків шлях через Україну є коротшим). Тому розвиток національної мережі контейнерних перевезень (за умови забезпечення належної маршрутної швидкості) дозволить залучити додатковий транзитний вантажопотік, тим самим забезпечивши утвердження України як транзитної держави.

Щорічно на дорогах України внаслідок ДТП гине не менше 5000 людей [12], і за цим показником наша країна має одні із найгірших показників в Європі. При чому, ймовірність тяжких наслідків в ДТП за участі вантажних транспортних засобів значно зростає. У зв'язку із цим переорієнтація частини вантажопотоку з автомобільних доріг на контейнерні перевезення сприятиме зменшенню кількості ДТП, зокрема і з важкими наслідками. До того ж, розвиток національної мережі контейнерних перевезень дозволить значно зменшити ти негативний вплив вантажних перевезень на екологічну ситуацію.

В Україні контейнерні перевезення матимуть ще й додаткову конкурентну перевагу, яка полягає в тому, що в даному вип. адку значно зменшується так звана корупційна складова перевезень: у випадку здійснення контейнерних замість звичайних автомобільних перевезень значно зменшується ймовірність контактування із представниками контролюючих органів, під час яких іноді виникають прояви корупції.

Звісно, існують галузі та сектори народногосподарського комплексу країни, на показники діяльності яких розвиток національної мережі контейлерних перевезень матиме негативний вплив. Так, потенційно знизиться збут паливно-мастильних матеріалів, які використовуються автомобільним транспортом, оскільки на плечах обслуговування залізничним транспортом їх витрати заміняться витратами електроенергії. Також потенційно негативний вплив очікується показники роботи мережі збуту вантажної автомобільної техніки та автосервісу. Однак, враховуючи те, що як нафта та нафтопродукти, так і вантажна автомобільна техніка в більшості імпортного виробництва, а електроенергія та залізничний рухомий склад (платформи) в більшості вітчизняного виробництва, то загальний ефект від розвитку національної контейлерної мережі для економіки країни вбачається безумовно позитивним.

Звісно, національна мережа контейлерних перевезень може розвиватись і експлуатуватись лише у разі створення безумовних економічних переваг такого виду сполучень. А переваги можуть бути створені в наступному:

➤ Тарифне регулювання – тариф на перевезення автопоїзда між двома пунктами повинен бути меншим за експлуатаційні витрати, які мають місце при подоланні аналогічної відстані своїм ходом. Залізничний тариф повинен бути економічно обґрунтований, зокрема, передбачати так звану інвестиційну складову. Переваги доцільно створювати шляхом адміністративно-податкового регулювання;

➤ Спрощення формальностей при перетині кордону: тут мається на увазі забезпечення пріоритетного проходження прикордонного та митного контролю контейлерними поїздами у міжнародному сполученні, а також вантажним автомобілям, які мають підтверджене бронювання перевезення контейлерними поїздами у внутрішньому сполученні;

Разом із тим, контейлерні перевезення будуть користуватись належним попитом та забезпечать достатній розвиток національної мережі контейлерних перевезень лише в тому випадку, коли буде забезпечено:

- 1 – належну мережу терміналів та маршрутів контейлерних перевезень;
- 2 – достатню та зручну частоту курсування поїздів за кожним із цих маршрутів;
- 3 – просту та зрозумілу систему замовлення та бронювання перевезень;
- 4 – належну інформаційну та маркетингову підтримку національної мережі контейлерних перевезень.

З метою формування раціональної мережі контейлерних терміналів та мережі маршрутів контейлерних сполучень, доцільно ввести наступні показники (рис. 2.):

- | | |
|-------------------------|---|
| S_{Rail} | - довжина плеча обслуговування залізничним транспортом; |
| S_{Road1} S_{Road2} | - довжина відповідно початкового та заключного пліч обслуговування автомобільним транспортом; |
| S_{dir} | - відстань між пунктами формування вантажопотоку при використанні автомобільного сполучення. |

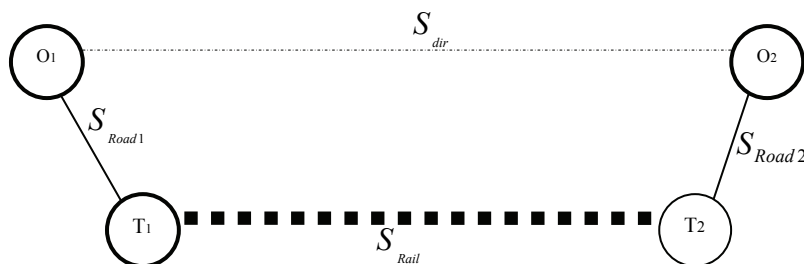


Рисунок 2 – Структурна схема організації контейлерних перевезень: O1, O2 – відповідно початковий та кінцевий пункти формування вантажопотоку; T1, T2 – відповідно контейлерні термінали відправлення та прибуття

Тоді загальна довжина контейлерного маршруту визначатиметься за формулою (1):

$$S_{total} = S_{road1} + S_{road2} + S_{rail} \quad (1)$$

З метою проведення належного структурного аналізу доцільно ввести спеціального коефіцієнта – коефіцієнта контрейлеризації як відношення довжини плеча обслуговування залізничним транспортом до загальної довжини контрейле. В Україні були розроблені та реалізовані проекти, завдяки яким сформовано парк спеціальних вагонів, який наразі сконцентровано в УГЦТС «Ліски». Цей парк становлять модернізовані платформи моделі 13-9004М та платформи нового типу моделі 13-4095. В той же час в РФ була розроблена платформа 13-9009. Основні параметри наводяться в таблиці. Їх конструкції забезпечують можливості завантаження автопоїздів без розчіплювання автопричепів із тягачами та їх вільне пересування по всій довжині складу.

Коефіцієнт контрейлеризації контрейлерного маршрута (2):

$$k_{kontr} = \frac{S_{rail}}{S_{total}} \quad (2)$$

Зазвичай коефіцієнт контрейлеризації не менше 50% – при його значенні нижче цього рівня експлуатація контрейлерного маршруту у більшості випадків є недоцільною. Також, очевидним є те, що контрейлерний маршрут матиме сенс лише тоді, коли сукупна довжина пліч обслуговування автомобільним транспортом набагато перевищує відстань між пунктами формування вантажопотоку при використанні автомобільного сполучення.

На сьогоднішній день досить глибоко опрацьовані технічні аспекти залізничної складової контрейлерних перевезень. Так, для ефективного функціонування системи та контрейлерних перевезень необхідно забезпечити достатню швидкість перевезень по залізничній частині маршрутів: система працюватиме лише тоді, коли контрейлерні поїзди за добу долатимуть не менше 1000 км, а цього можливо досягти при використанні рухомого складу (вагони, платформи та локомотиви) із допустимою максимальною швидкістю до 140 км/год. Такі вагони повинні будуватись на базі швидкісних візків із покращеними динамічними якостями та мати мінімальний негативний вплив на колії з метою можливості використання їх на напрямках, які суміщені із напрямками запровадження швидкісного руху. На сьогоднішній день існує залізничний рухомий склад, який відповідає вказаним вимогам [3]. Більш того, вже виконані НДДКР та існуючі виробничі потужності вітчизняних підприємств дозволяють організувати випуск відповідного рухомого складу. В Україні були розроблені та реалізовані проекти, завдяки яким сформовано парк спеціальних вагонів, який наразі сконцентровано в УГЦТС «Ліски». Цей парк становлять модернізовані платформи моделі 13-9004М та платформи нового типу моделі 13-4095. В той же час в РФ була розроблена платформа 13-9009. Їх конструкції забезпечують можливості завантаження автопоїздів без розчіплювання автопричепів із тягачами та їх вільне пересування по всій довжині складу, що дозволяє уникнути зайвої маневрової роботи, а відповідно й оптимізувати технологічний процес.

Також необхідно звернути увагу на технічні вимоги до рухомого складу автомобільного транспорту, що залучений до системи контрейлерних перевезень, його технічного стану та системи кріплення вантажу. Так, автомобільний рухомий склад повинен бути в повністю справному технічному стані, який забезпечить безпечне навантаження, перевезення та розвантаження в процесі контрейлерних перевезень. Зокрема, сюди відносяться наступні параметри:

1. Габаритні розміри рухомого складу – дані розміри повинні забезпечити перебування всіх елементів рухомого складу та вантажу при завантаженні на платформи в габариті залізниць України при внутрішньому сполученні та в габариті всіх залізниць, якими здійснюються перевезення при міжнародних перевезеннях;

2. Надійність кріплення елементів рухомого складу та вантажу. Зокрема, конструкція рухомого складу повинна забезпечувати цілісність конструкції та надійність кріплення вантажу при вібраційних (при слідуванні поїзда) та ударних (при маневрах) навантаженнях, а також при дії вітрових навантажень, що виникають при русі із максимальними швидкостями, а також завіхрювань, що виникають при роз'їзді зустрічних поїздів та при проходженні повз штучні споруди;

3. При перевезенні сипучих вантажів у відкритих кузовах – необхідно забезпечити спеціальне накриття з тим, щоб уникнути вилітання частин вантажу внаслідок дії потоків вітру;

4. При перевезенні вантажів, які потребують підтримки сталої температури використовуються рефрижератори, які при русі автомобіля приводяться в дію за рахунок потужності двигуна. А оскільки під час перевезення у складі контрейлерного поїзда двигун автомобіля не працює, необхідно передбачити можливість підключення до мережі з метою забезпечення стабільної роботи допоміжного обладнання автомобілів під час перевезень;

5. Для уникнення пошкоджень стекол а лакофарбового покриття автомобілів сторонніми предметами, доцільно передбачити використання захисних чохлів.

Вирішення перерахованих вище питань дозволить забезпечити необхідний рівень безпеки перевезень та схоронності вантажу та рухомого складу.

Ще одним із питань, які необхідно вирішити для забезпечення належного функціонування та динамічного розвитку системи контрейлерних перевезень необхідно забезпечити:

1 – достатню географію сполучення, яку забезпечує мережа регулярних контрейлерних перевезень;

2 – достатню регулярність перевезень.

Щодо географії перевезень – необхідно забезпечити сполучення між усіма основними центрами формування вантажопотоків: адміністративними центрами промислових регіонів та основними пунктами пропуску через державний кордон. Оптимальним у середньостроковій перспективі вбачається організація контрейлерних терміналів у всіх обласних центрах, а також у таких пунктах пропуску через державний кордон України: Чоп (Словаччина та Угорщина), Рава-Руська, Ягодин (Польща) Вадул-Сірет (Румунія), Могилів-Подільський (Молдова), Ізварине, Бачівськ (РФ), Виступовичі (Білорусь). У зв'язку із масштабністю проекту, розширення географії сполучення пропонується в наступній послідовності: перша черга – міста Київ, Львів, Донецьк, Дніпропетровськ, Харків, Одеса, Сімферополь, друга черга – решта обласних центрів та відповідні пункти пропуску через Державний кордон України.

Щодо регулярності перевезень – єдиним можливим вирішенням задачі є призначення щоденного курсування контрейлерних поїздів згідно розроблених графіків. При збільшенні вантажопотоку та підвищенні попиту на контрейлерні перевезення доцільно запровадити тактовий розклад руху контрейлерних поїздів. Тактовим називають графік, у якому інтервал є точним дільником години (звичайно 10, 15, 20 або 30 хвилин) або повторюється через рівну кількість годин. Розклад проходження поїзда кожної станції в такому разі повторюється щодоби й легко запам'ятовується, що підвищує привабливість контрейлерного сполучення для постійних користувачів (автоперевізників) навіть при нечастому русі.

З метою раціонального використання пропускнуої спроможності залізниць, а також оптимізації використання тягового рухомого складу, доцільним є формування двох-або багатогрупних контрейлерних поїздів. Так, у сполученні «захід-схід» від Львова до Києва контрейлерні поїзди за маршрутами Львів-Київ, Львів-Донецьк, Львів-Дніпропетровськ та Львів-Харків можуть слідувати у складі єдиного багатогрупного поїзда із подальшим розформуванням по ст. Київ, Полтава, Лозова і т.д. Тому при складанні графіків руху саме графіки багатогрупних поїздів повинні братись за основу.

Також з метою інтенсифікації розвитку системи контрейлерних перевезень необхідно створити єдиного національного оператора контрейлерних перевезень, який візьме на себе функції:

- операційного управління та координації контрейлерних перевезень;
- оператора контрейлерних перевезень;
- організації належної системи замовлення, бронювання та оплати контрейлерних перевезень;
- організації належної рекламної та маркетингової підтримки системи контрейлерних перевезень;
- юридично-правовий супровід та страхування перевезень.

Таким чином, реалізація всіх вищеперерахованих заходів дозволить створити національну мережу контрейлерних перевезень та отримати значний ефекти синергії від взаємного використання залізничного та автомобільного транспорту як для вантажовласника і перевізників обох видів транспорту, так і для держави в цілому.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кирпа Г.М. Организация контрейлерных перевозок в Украине [Текст] / Г.Н. Кирпа ; Днепропетровский гос. технический ун-т железнодорожного транспорта, Транспортная академия Украины. – Д. , 1998. – 131 с.
2. Кирпа Г.М. Повышение эффективности использования подвижного состава для перевозок в международном сообщении [Текст] : дис... канд. техн. наук: 05.22.07 / Кирпа Георгий Николаевич; Днепропетровский гос. технический ун-т железнодорожного транспорта. – Днепропетровск, 1997. – 162 л.
3. Дёмин Ю. В. Железнодорожная техника комбинированного транспорта / Ю.В. Дёмин / Залізничний транспорт України. – 2011. – №6. – с. 9-12.
4. Петрашевский О.Л. Пути повышения эффективности управления процессами доставки грузов при мультимодальных перевозках / О.Л. Петрашевський, А.И. Кириченко / Проблеми транспорту. Збірник наукових праць. – 2012 – Вип. 9. – с. 3-16.

5. Козак В.В. Удосконалення організації функціонування мережі міжнародних транспортних коридорів на основі вимог інтероперабельності: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.01 / В. В. Козак ; Укр. держ. акад. залізн. трансп. — Х., 2011. — 20 с.: рис. — укр.
6. Авдеев С. Комбинированный транспорт – реальность завтрашнего дня. / С.Авдеев / Українські залізниці. – 2014 – 1. – с. 30-32.
7. Офіційний Інтернет-портал Міжнародного союзу транспортних компаній контейнерних перевезень [Електронний ресурс]: International Union for Road-Rail Combined Transport – UIRR. – Режим доступу: <http://www.uirr.com/>. [Назва з екрану].
8. Транспортна стратегія України на період до 2020 року // Кабінет Міністрів України. – 2009. – 32 с.
9. Ширяєв С.В. Аналіз розвитку мультимодальних перевезень в Україні / С.В. Ширяєв, О.В. Кравчук / Проблеми транспорту. Збірник наукових праць. – 2012 – Вип. 9. – с. 56-60.
10. Собкевич О. Щодо шляхів розвитку мультимодальних (комбінованих) перевезень в Україні. Аналітична записка // Інститут стратегічних досліджень. – 2011. – 6 с.
11. У 2013 році залізниці України перевезли понад 483 млн пасажирів та понад 443 млн тонн вантажів [Електронний ресурс]: Офіційний Інтернет-сайт Укрзалізниці. – Режим доступу: http://www.uz.gov.ua/press_center/up_to_date_topic/page-10/369053/. [Назва з екрану].
12. Опасность на дороге. Украина ежегодно теряет в ДТП более 5 тысяч человек [Електронний ресурс]: Независимое бюро новостей. – Режим доступу: <http://nbnews.com.ua/ru/tema/96580/>. [Назва з екрану].

REFERENCES

1. Купра Н.М. Orhanyzatsiya kontreylernykh perevozok v Ukraine [Organization of the contrailer transportation in Ukraine] / Н.М. Купра; Dnipropetrovskiy hos. Tekhnicheskij un-t zheleznodorozhnoho transporta, Transportnaya akademiya Ukrainy. – Dneporopetrovsk , 1998. – 131 p.(Rus)
2. Купра Н.М. Povysheniye effektivnosti ispolzovaniya podvizhnogo sostava dlya perevozok v mezhdunarodnom soobschenii [Rolling stock usage increasing for international transportation. Author's abstract.] : Н.М. Купра; Dnipropetrovskiy hos. Tekhnicheskij un-t zheleznodorozhnoho transporta.– Dneporopetrovsk , 1997. – 162 p. (Rus)
3. Dyomin Yu. V. Zheleznodorozhnaya tekhnika kombinirovannogo transporta [Railway technique for combine transport] / Yu. V.Dyomin / Railway transport of Ukraine. – 2011. – №6. – p. 9-12. (Rus)
4. Petrashevskiy O.L. Puti povysheniya effektivnosti upravleniya processami dostavki грузов pri multimodalnykh perevozkah [Directions for management efficiency increasing of cargo delivery using multimodal transportations] / O.L. Petrashevskiy, A.I. Kyruchenko / Problemy transportu. Zbirnyk naukovykh prats. – 2012 – vol. 9. – p. 3-16. (Rus)
5. Kozak V.V. Udokonalennya organizatsii funktsionuvannya merezhi mizhnarodnykh transportnykh korydoriv na osnovi vymog interoperabelnosti [Improvement of operational functioning or international transport corridors basing on interoperable requirements. Author's abstract.]: V.V. Kozak; Ukr. derzh. acad. Zalizn. transp. — Kharkiv, 2011. — 20 p. (Ukr)
6. Avdeev S. Kombinirovanniy transport – realnost zavtrashnego dnya. [Combined transport – reality of future] / S.Avdeev / Українські залізниці. – 2014 – 1. – с. 30-32. (Rus)
7. Oficiyniy Internet-portal Mizhnarodnoho soyuzu transportnykh kompaniy kontreylernykh perevezeny: International Union for Road-Rail Combined Transport – UIRR. – Режим доступу: <http://www.uirr.com/>. (Eng)
8. Transportna strategiya Ukrainy na period do 2020 roku [Transport strategy of Ukraine for the period till 2020] // Cabinet of ministers of Ukraine. – 2009. – 32 p. (Ukr)
9. Shyryayev S.V. Analiz rozvytku multimodalnykh perevezen v Ukraini [Analysis of multimodal transportation development in Ukraine] / S.V. Shyryayev, O.V. Kravchuk / Problemy transportu. Zbirnyk naukovykh prats. – 2012 – Vol. 9. – p. 56-60. (Ukr)
10. Sobkevych O. Schodo shlyakhiv rozvytku meltymodalnykh (kombinovanykh) perevezen v Ukraini [Concerning direction for multimodal (combined) transportation development]. Analytical notice // Institut strategichnykh doslidzhen. – 2011. – 6 p. (Ukr)
11. У 2013 році залізничні України перевезли понад 483 млн пасажирів та понад 443 млн тонн вантажів [during Y2013 Ukrainian railways transported more then 483 mio pax and more then 443 mio tonn of cargo]: Офіційний інтернет-сайт Укрзалізничні. – Available at: http://www.uz.gov.ua/press_center/up_to_date_topic/page-10/369053/ (Ukr).
12. Опасность на дороге. Украина ежегодно теряет в ДТП более 5 тысяч человек [Danger on road. Ukraine loss more then 5000 people in traffic incidents annually]: Независимое бюро новостей. – Available at: <http://nbnews.com.ua/ru/tema/96580/>. (Ukr)

РЕФЕРАТ

Красноштан О.М. Тактовий рух контейнерних поїздів як основа розвитку мультимодальних перевезень в Україні. / О. М. Красноштан // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

В статті запропоновано використання тактового та паралельного графіка руху контейнерних поїздів.

Об'єкт дослідження – процес планування та організації контейнерних перевезень вантажів у внутрішньому та міжнародному сполученні.

Мета роботи – обґрунтувати методичні та практичні рекомендації щодо застосування тактового руху контейнерних поїздів із використанням паралельних графіків, а також виявлення інших вимог, задоволення яких сприяло б стрімкому розвитку контейнерних перевезень в Україні.

Метод дослідження – аналіз та синтез процесу планування та організації контейнерних перевезень.

Головний сучасний світовий тренд розвитку транспортної системи полягає у стрімкому розвитку мультимодальних перевезень, і контейнерних перевезень як важливого їх різновиду. Україна є рівноправним гравцем на світовому транспортному ринку і з метою виходу та надійного закріплення на лідерних позиціях в умовах глобалізації, розвиток мультимодальних і, зокрема, контейнерних перевезень є безальтернативним шляхом.

Повноцінний розвиток системи контейнерних перевезень можливий лише за умови досягнення ряду вимог, до яких в першу чергу належать регулярність та розгалуженість мережі курсування контейнерних поїздів. Одним із можливих інструментів забезпечення виконання цих умов може бути запровадження курсування контейнерних поїздів за тактовим графіком руху.

Обґрунтовані технічні вимоги до рухомого складу автомобільного транспорту, який бере участь у процесі контейнерних перевезень з метою забезпечення безпеки та ефективності таких перевезень.

Результати статті можуть бути використані при плануванні та організації системи внутрішніх та міжнародних контейнерних перевезень в Україні.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КОНТЕЙНЕРНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, ТАКОВИЙ ГРАФІК РУХУ, ПАРАЛЕЛЬНИЙ ГРАФІК РУХУ, МУЛЬТИМОДАЛЬНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ

ABSTRACT

Krasnoshtan O.M. Clock schedule of piggyback trains as a basis for multimodal transportation in Ukraine. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

The paper proposed to use a clock and a parallel timetable for piggyback trains operations.

Object of study – planning and organization piggyback transport of goods in the domestic and international traffic.

Purpose – to justify the methodological and practical guidance on the application of the clock movement piggyback trains using parallel schedule, as well as identifying other requirements which would help meet the rapid development of piggyback transport in Ukraine. In the clause the usage of project-based approach to transport service of mass events is proposed.

Research methods – analysis and synthesis of the planning and organization of piggyback transport.

The main current trend of global transport system is the rapid development of multimodal transport and piggyback transport as an important varieties. Ukraine is an equal player in the global transport market and to exit and secure attachment to lidernyh positions in the context of globalization, the development of multi-modal and in particular piggyback transport is no alternative.

Complete development of piggyback transport is only possible achievement of a number of requirements, which primarily includes regularity and branching network plying piggyback trains. One of the possible tools ensure that these conditions may be the introduction of piggyback trains plying for clock timetable.

Sound technical requirements for the rolling road transport, which is involved in piggyback transport to ensure the safety and efficiency of transportation.

The results of the article can be used in the planning and organization of domestic and international piggyback transport in Ukraine.

KEYWORDS: PIGGYBACK TRAINS, CLOCK SCHEDULE, PARALLEL SCHEDULE, MULTIMODAL TRANSPORTATION

РЕФЕРАТ

Красноштан А.М. Тактовое движение контейнерных поездов как основа развития мультимодальных перевозок в Украине. / А.М. Красноштан // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье предложено использование тактового и параллельного графика движения контейнерных поездов.

Объект исследования – процесс планирования и организации контейнерных перевозок грузов во внутреннем и международном сообщении.

Цель работы – обосновать методические и практические рекомендации по применению тактового движения контейнерных поездов с использованием параллельных графиков, а также выявление других требований, удовлетворение которых способствовало бы стремительному развитию контейнерных перевозок в Украине.

Метод исследования – анализ и синтез процесса планирования и организации контейнерных перевозок.

Главный современный мировой тренд развития транспортной системы заключается в стремительном развитии мультимодальных перевозок, и контейнерных перевозок как важного их разновидности. Украина является равноправным игроком на мировом транспортном рынке и с целью выхода и надежного закрепления на лидерных позициях в условиях глобализации, развитие мультимодальных и, в частности, контейнерных перевозок является безальтернативным путем.

Полноценное развитие системы контейнерных перевозок возможно только при условии достижения ряда требований, к которым в первую очередь относятся регулярность и разветвленность сети курсирования контейнерных поездов. Одним из возможных инструментов обеспечения выполнения этих условий может быть введение курсирования контейнерных поездов по тактовым графиком движения.

Обоснованные технические требования к подвижному составу автомобильного транспорта, который участвует в процессе контейнерных перевозок в целях обеспечения безопасности и эффективности таких перевозок.

Результаты статьи могут быть использованы при планировании и организации системы внутренних и международных контейнерных перевозок в Украине.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: КОНТЕЙНЕРНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ, ТАКТОВЫЙ ГРАФИК ДВИЖЕНИЯ, ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ ГРАФИК ДВИЖЕНИЯ, МУЛЬТИМОДАЛЬНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ

АВТОРИ:

Красноштан Олександр Михайлович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри менеджменту і туризму, e-mail: olexander.krasnoshtan@gmail.com, тел. +380 96 447 46 82, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к. 253.

АВТОРЫ:

Красноштан Александр Михайлович, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры менеджмента и туризма, e-mail: olexander.krasnoshtan@gmail.com, тел. +380 96 447 46 82, Украина, 01010, г. Киев, вул. Суворова, 1, к. 253.

AUTOR:

Krasnoshtan Olexander, Ph.D., associate professor, National transport university, associate professor department of management and tourism, e-mail: olexander.krasnoshtan@gmail.com, tel. +380 96 447 46 82, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str., 1, of. 253.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Тернюк М.Е., доктор технічних наук, професор, Міжнародна академія наук та інноваційних технологій

Бідняк М.Н., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри менеджменту і туризму, Київ, Україна

REVIEWER:

Ternyuk M.E., Ph.D., Engeneering (Dr.), professor, International academy of science innovative technologies, Kyiv, Ukraine

Bidnyak M.N., Ph.D., Engeneering (Dr.), professor, National transport university, Head of department of management and tourism, Kyiv, Ukraine

ГЕОМЕТРИЧНІ КОНФІГУРАЦІЇ КРОС-ДОКІНГОВИХ СКЛАДІВ

Кунда Н.Т., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Кравчук Н.М., Національний транспортний університет, Київ, Україна

THE GEOMETRIC CONFIGURATION OF CROSS-DOCKING WAREHOUSES

Kunda N.T., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Kravchuk N.M., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ КОНФИГУРАЦИИ КРОСС-ДОКИНГОВЫХ СКЛАДОВ

Кунда Н.Т., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Кравчук Н.Н., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Вступ. Крос-докінг є важливою логістичною стратегією для багатьох фірм в роздрібній, продуктової та іншій розподільній промисловості.

Технологічна відмінність складських будівель при крос-докінгу і традиційному складі полягає в тому, що при організації крос-докінгу необхідно прагнути до найбільшої довжини будівлі для розміщення більшої кількості воротних доків, а у випадку традиційного складу – до більшої площі складу для забезпечення його максимальної місткості. Потреба в «довгих» складах для крос-докінгу призводить до необхідності будівництва будівель різних конфігурацій (Н, І, L, Т, U-подібних). Для певного числа воротних доків вигідний конкретний тип будівлі (наприклад, тип «І» оптимальний за кількості воріт меншому, ніж 150, а тип «Н» – за наявності понад 300 воріт).

Постановка проблеми. Одним із проблемних питань є форма геометричних конфігурацій крос-докінгових складів, що використовуються при організації роботи. Вирішення даної проблеми допоможе підібрати необхідну форму складу, щоб пришвидшити перевантаження вантажу.

Виклад основного матеріалу. Схема крос-докінгу може бути дуже різною за формою. Наприклад, L, І, Т є найбільш поширеними формами для доків, але також можна знайти деякі незвичайні форми, такі як U, E, Н (рис.1) [1].

Існує більше 10 тис. крос-доків в Сполучених Штатах і Канаді. Більшість крос-доків є довгі, вузькі прямокутники (І-подібної форми), але є також крос-доки форми L (Жовте транспортування, район Чикаго, Іллінойс), U (Об'єднані вантажні перевезення, Портленд, Орегон), Т (Американські вантажні перевезення, Атланта, Джорджія), Н (Центральні перевезення вантажів, Даллас, Техас), і E (Невідомий власник, Чикаго) [2].

Будемо оцінювати ефективність роботи форми крос-доку за визначенням довжини загальних їздок між дверима для розвантаження та дверима для завантаження.

Перше рішення конструкції і найважливіший фактор для крос-доку – це загальна кількість дверей, котрі мають два типи: вхідні двері або приймання (інша назва – смуга або секційні двері) і вихідні двері (доставки або навантаження).

Кількість вхідних дверей визначається відносно легко, так як фірма звичайно знає, скільки напрямків крос-док має обслужити. Якщо кожному місцю призначення потрібні одні двері, то число вихідних дверей дорівнює кількості напрямків. При високому потоці може знадобитися більше, ніж одні двері, щоб забезпечити достатню «пропускну здатність» до місця призначення.

Є ще багато питань, пов'язаних з визначенням кількості вхідних дверей. У деяких роздрібних крос-доках одна сторона дверей призначена для приймання, а протилежна сторона – для навантаження, і їх кількість є рівною. Ця конфігурація підтримує впорядковану постановку піддонів і включає операції, що входять в додану вартість, такі як упакування, ціноутворення або маркування.

Рух крізь док є важливим, тому що операції крос-докінгу є трудомісткими, і більша частина змінної величини робочих витрат – це рух між дверима.



Рисунок 1 – Конфігурації складів крос-докінгу Н, І, L, Т, U

Є декілька способів оцінити зручність дверей. Найпростіший і найбільш консервативний – це обчислення середньої відстані до всіх інших дверей у доку. За цим розміром двері в центрі з І-подібного доку є найбільш зручними, як показано на рис. 2, і цей розмір зручності лінійно зменшується від центру дверей до дверей на кожному кінці доку.

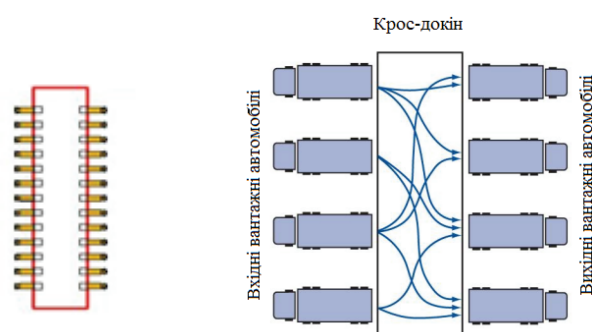


Рисунок 2 – Форма І-подібного доку

Інші проекти, такі як Т або Н, розглядаються для того, щоб уникнути зниження ефективності великих доків. Ці конструкції відрізняються від стандартної І-подібної форми в тому, що в них є великий центр, так що дальні двері розташовані не так далеко, як в І, однак вони досягають цього за рахунок додаткових кутів, як зображено на рис. 3. Покажемо, що кути зменшують продуктивність праці в крос-доку. Додаткові кути позначені буквами а, б, в, г [2].

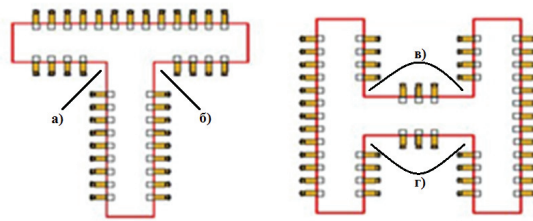


Рисунок 3 – Геометричні конфігурації Т і Н з додатковими кутами

У L-, T-, H- і X-подібних формах внутрішні кути використані дуже неефективно, тому що вони є поблизу центру доку і, таким чином, дані позиції дверей є непридатні для використання (рис. 4). Це робить деякі дверні позиції непридатними (відмічені світлим і темно-сірим). В результаті док з внутрішнім кутом повинен бути більшим, щоб забезпечити необхідну кількість придатних до використання дверей. Хоча вони мають використовуватися найбільш раціонально, тому що вони розташовані поблизу багатьох сусідніх, які утворюють сприятливі умови для скорочення переїзду через док.

В таблиці 1 показано розрахунок внутрішніх та зовнішніх кутів I-, L-, T-, U-, X- та H-подібних форм крос-докінгу. По даним зовнішніх кутів видно, що $I \gg L$, $T \gg U$, $X \gg H$ [3].

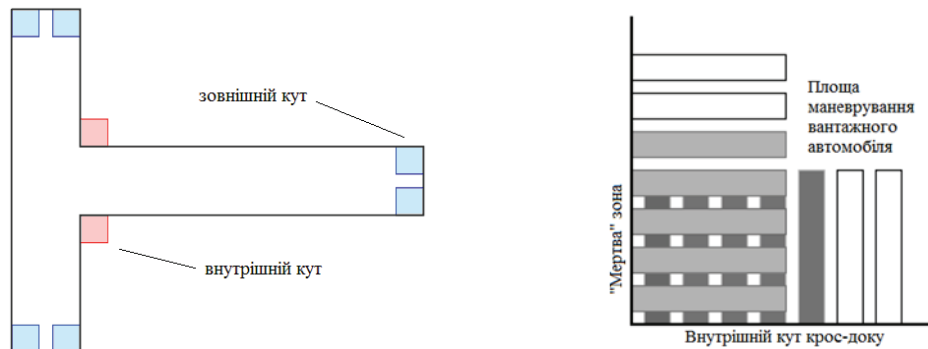


Рисунок 4 – Форма Т-подібного доку та внутрішній кут, який звужує паркування для вантажного автомобіля

Таблиця 1 – Розрахунок внутрішніх та зовнішніх кутів геометричних конфігурацій крос-докінгу

Форма крос-доку	Кількість кутів	
	Зовнішні	Внутрішні
'I'	4	-
'L'	5	1
'T'	6	2
'C'	6	2
'+'	8	4
'H'	8	4

Рисунок 5 ілюструє стан збалансованого ефекту. Він показує відстань від найкращих дверей на I та L (середні двері на I, та двері, які найближчі до внутрішнього кута на L) до їх сусідніх дверей, які були відсортовані від найближчих сусідів до найдаліших сусідів. Форма I має безпосередньо ближчих сусідів, проте його більш віддалені сусідні двері є далішими в порівнянні з дверима на L. Відзначимо, це всього лише невелика перевага, інші двері на L незначно поступаються своїм аналогам на I [2].

Слід враховувати фактори, що впливають на рішення проблеми вибору форми крос-доку:

- розмір підприємства;
- активність управління складом;
- підвищення швидкості набору товарів;
- отримання точної інформації про місцезнаходження товару на складі;

- ефективність управління товаром;
- отримання інструменту для підвищення ефективності та розвитку процесів по обробці товару на складі;
- оптимізація використання складських площадок.

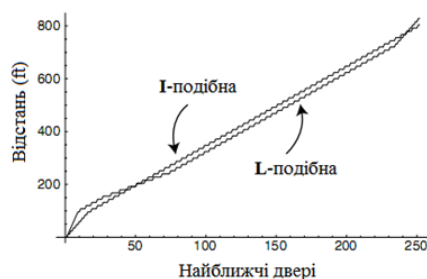


Рисунок 5 – Порівняння найкращих дверей на I- та L-подібних доках з 252-ма дверима

Однак впровадження сучасної передової крос-докінгової технології має певні обмеження:

- дефіцит нового рухомого складу.
- відсутність майданчиків, побудованих безпосередньо під крос-докінг.
- труднощі отримання адекватної своєчасної інформації про замовлення та прибуття.
- стан доріг і дорожні ситуації ускладнюють поставку в термін.
- низька, порівняно з Європою, частка контейнерних перевезень як в міжнародному, так і у внутрішньо-українському товарообігові, що є наслідком недостатності морських контейнерних терміналів.
- недостатність розробки теоретичної бази.

Висновки. Розглянуто найбільш поширені конфігурації складів. Наведено порівняння найкращих дверей на I- та L-подібних доках.

Дослідження зосереджено на обранні доцільної геометричної форми, яка буде використовуватися при формуванні або організації роботи крос-докінгу.

За результатами аналізу діяльності відомих компаній можна вважати своєчасними та актуальними такі задачі дослідження як побудова математичних моделей функціонування розроблених схем крос-докінгу та підвищення ефективності використання крос-докінгових технологій на найкращих формах. Рішення цих задач дасть змогу компаніям обґрунтовано застосувати технологію крос-докінгу на своєму виробництві.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Kaifeng Ji. Major Professor: Martin E. Lipinski, Ph.D. Truck Scheduling Problem at a Cross-docking Facility. The University of Memphis. May 2010. pp. 1-67. [Електронний ресурс] / Режим доступу: http://www.memphis.edu/ifti/pdfs/student_research_kai_feng.pdf
2. John J. Bartholdi III, Kevin R. Gue. The Best Shape for a Crossdock. TRANSPORTATION SCIENCE. May 2004. Vol. 38. No. 2 pp.235-244. [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www2.isye.gatech.edu/~jjb/papers/crossdock-shape.pdf>
3. Oran Kittithreerapronchai. Crossdock: Just In Time Warehouse. Department of Industrial Engineering, Chulalongkorn University. May 30, 2013. pp. 1-16. [Електронний ресурс] / Режим доступу: http://www.ie.eng.chula.ac.th/~oran/classes/WH_resources/handout/warehouse_crossdock.pdf

REFERENCES

1. Kaifeng Ji. Major Professor: Martin E. Lipinski, Ph.D. Truck Scheduling Problem at a Cross-docking Facility. The University of Memphis. May 2010. pp. 1-67. [Electronic resource] / Access: http://www.memphis.edu/ifti/pdfs/student_research_kai_feng.pdf (Eng)
2. John J. Bartholdi III, Kevin R. Gue. The Best Shape for a Crossdock. TRANSPORTATION SCIENCE. May 2004. Vol. 38. No. 2 pp.235-244. [Electronic resource] / Access: <http://www2.isye.gatech.edu/~jjb/papers/crossdock-shape.pdf> (Eng)

3. Oran Kittithreerapronchai. Crossdock: Just In Time Warehouse. Department of Industrial Engineering, Chulalongkorn University. May 30, 2013. pp. 1-16. [Electronic resource] / Access: http://www.ie.eng.chula.ac.th/~oran/classes/WH_resources/handout/warehouse_crossdock.pdf (Eng)

РЕФЕРАТ

Кунда Н.Т. Геометричні конфігурації крос-докінгових складів / Н.Т. Кунда, Н.М. Кравчук // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

В статті проведено аналіз вибору оптимальної форми для крос-доку, викладено стислу характеристику існуючих різновидів геометричних конфігурацій.

Об'єкт дослідження – геометричні конфігурації крос-докінгових складів.

Мета роботи – визначення доцільної геометричної форми для пришвидшення перевантаження вантажу.

Існує більше 10 тис. крос-доків в Сполучених Штатах і Канаді. Більшість крос-доків є довгі, вузькі прямокутники (І-подібної форми), але є також крос-доки форми L, U, T, H та E.

Іноді форма доку визначається простим обмеженням, таким як розмір і форма ділянки.

Найважливіший фактор для крос-доку – це загальна кількість дверей.

Є багато питань, пов'язаних з визначенням кількості входних та вихідних дверей. У деяких роздрібних крос-доках одна сторона дверей призначена для приймання, а протилежна сторона – для навантаження, і їх кількість є рівною. Ця конфігурація підтримує впорядковану постановку піддонів і включає операції, що входять в додану вартість, такі як упакування, ціноутворення або маркування.

Рух крізь док є важливим, тому що операції крос-докінгу є трудомісткими, і більша частина змінної величини робочих витрат – це рух між дверима.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – побудова математичних моделей функціонування розроблених схем крос-доку та підвищення ефективності використання крос-докінгових технологій на найкращих формах.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КРОС-ДОК, ГЕОМЕТРИЧНА КОНФІГУРАЦІЯ, ДВЕРНІ ПОЗИЦІЇ, КУТ, СКЛАД.

ABSTRACT

Kunda N.T., Kravchuk N.M. The geometric configuration of cross-docking warehouses. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

The paper analyzes the selection of the optimal shape for a cross-dock, contained a brief description of the existing varieties of the geometric configurations.

Object of the study is the geometric configuration of cross-docking warehouses.

Purpose of the study is about determining purposeful geometric shape for faster cargo reloading.

There are more than 10,000 cross-docks in the United States and Canada. Most cross-docks are long, narrow rectangles (I-shape) form, but there is also a cross-dock shape whilst L, U, T, D and E.

Sometimes the shape of dock is determined by a simple restriction, such as the size and shape of the area.

The most important factor for cross-dock is the total number of doors.

There are many issues related to the definition of inbound and outbound doors. Some retail cross-dock doors have one party intended to receive, and the opposite side to the load and their number is even. This configuration supports orderly staging pallets and includes transactions that are included in value added, such as packaging, pricing or labeling.

Movement through the dock is important because cross-docking operations are labor intensive, and most of the variable operating costs is a movement between the doors.

Expected assumptions about the object of researching is construction of mathematical model of the developed schemes of cross-dock and improving of design accuracy and efficiency of cross-docking technology in the best shapes.

KEY WORDS: CROSS-DOCK, GEOMETRIC CONFIGURATION, DOOR POSITIONS, CORNER, WAREHOUSE.

РЕФЕРАТ

Кунда Н.Т. Геометрические конфигурации кросс-докинговых складов / Н.Т. Кунда, Н.Н. Кравчук // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

В статье проведен анализ выбора оптимальной формы для кросс-дока, изложено краткую характеристику существующих разновидностей геометрических конфигураций.

Объект исследования – геометрические конфигурации кросс-докинговых складов.

Цель работы – определение целесообразной геометрической формы для ускорения перегрузки груза.

Существует более 10 тыс. кросс-доков в Соединенных Штатах и Канаде. Большинство кросс-доков – это есть длинные, узкие прямоугольники (I-образной формы), но есть также кросс-доки формы L, U, T, H и E.

Иногда форма дока определяется простым ограничением, таким как размер и форма участка.

Важнейший фактор для кросс-дока – это общее количество дверей.

Есть много вопросов, связанных с определением количества входных и выходных дверей. В некоторых розничных кросс-доках одна сторона двери предназначена для приема, а противоположная сторона для погрузки, и их количество равное. Эта конфигурация поддерживает упорядоченную постановку поддонов и включает операции, входящие в добавленную стоимость, такие как упаковка, ценообразование или маркировка.

Движение через док является важным, так как операции кросс-докинга трудоёмки, и большая часть переменных рабочих расходов – это движение между дверями.

Прогнозные предположения о развитии объекта исследования – построение математических моделей функционирования разработанных схем кросс-дока и повышение эффективности использования кросс-докинговых технологий на лучших формах.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: КРОСС-ДОК, ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ КОНФИГУРАЦИЯ, ДВЕРНЫЕ ПОЗИЦИИ, УГОЛ, СКЛАД.

АВТОРИ:

Кунда Неоніла Тарасівна, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, професор кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, e-mail: ntkunda@gmail.com, тел. +380673665979, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к.437.

Кравчук Наталія Миколаївна, Національний транспортний університет, аспірант кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, e-mail: nataliyakravchuk@ukr.net, тел. +380978440034, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к.437.

AUTHOR:

Kunda Neonila T., Ph.D., associate professor, National Transport University, professor department of international transportation and customs, e-mail: ntkunda@gmail.com, тел. +380673665979, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 437.

Kravchuk Natalia M., National Transport University, postgraduate department of international transportation and customs, e-mail: nataliyakravchuk@ukr.net, тел. +380978440034, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 437.

АВТОРЫ:

Кунда Неонила Тарасовна, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, профессор кафедры международных перевозок та таможенного контроля, e-mail: ntkunda@gmail.com, тел. +380673665979, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 437.

Кравчук Наталия Николаевна, Национальный транспортный университет, аспирант кафедры международных перевозок та таможенного контроля, e-mail: nataliyakravchuk@ukr.net, тел. +380978440034, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 437.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Поліщук В.П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри транспортних систем та безпеки дорожнього руху, Київ, Україна.

Новікова А.М., доктор економічних наук, заступник директора з наукової роботи ДЕРЖАВНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ДЕРЖАВНИЙ АВТОТРАНСПОРТНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ І ПРОЕКТНИЙ ІНСТИТУТ», Київ, Україна.

REVIEWER:

Polishchuk V.P., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, head of the department of transport and road safety, Kyiv, Ukraine.

Novikova A.M., Ph.D., Economics (Dr.), deputy director for scientific work of State Enterprise “The State Road Transport Research Institute”, Kyiv, Ukraine.

КОНЦЕПЦІЯ ПРОГРАМ РОЗВИТКУ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ
ДЕРЖАВНОГО ТА МІСЦЕВОГО ЗНАЧЕННЯ РЕГІОНУ УКРАЇНИ

Кутузов А.Є., Національний транспортний університет, Київ, Україна

CONCEPT OF STATE AND LOKAL HIGHWAYS OF UKRAINE

Kutuzov A.Y., National transport university, Kyiv, Ukraine

КОНЦЕПЦИЯ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ
ГОСУДАРСТВЕННОГО И МЕСТНОГО ЗНАЧЕНИЯ РЕГИОНА УКРАИНЫ

Кутузов А.Е., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми.

Мережа автомобільних доріг має забезпечувати рівномірний наземний доступ по всій країні, а також безпечно та надійно переміщення людей і транспортування товарів з належною ефективністю. Галуззю, що безпосередньо впливає на функціонування економіки країни, є транспорт, зокрема, автомобільний транспорт та автомобільні дороги як шляхи його сполучення. Довжина мережі доріг та її щільність значно менші, ніж у більшості європейських країн. Майже не будуються нові автомобільні дороги. Недостатня транспортна доступність і низькі транспортно-експлуатаційні якості автомобільних доріг – причина негативних соціальних наслідків таких як: підвищена смертність населення через несвоєчасне надання медичної допомоги; збільшення часу перебування в дорозі; зниження рухливості населення й збільшення безробіття; тяжкі наслідки скоєння дорожньо-транспортних пригод (ДТП); збільшення шкідливих вихлопів і шумового впливу від автомобілів [1].

Відповідальність за формування та впровадження заходів з безпеки дорожнього руху (БДР) в Україні зараз розподіляється між декількома окремими міністерствами та відомствами: органами Державтоінспекції, Міністерствами інфраструктури, освіти і науки, охорони здоров'я, Державним агентством автомобільних доріг України (Укравтодор). Таке розмежування відповідальності ускладнює впровадження комплексу заходів щодо підвищення безпеки дорожнього руху [2].

Основна частина.

Управління безпекою руху на автомобільних дорогах загального користування державного значення регіону України має ґрунтуватися на загальних закономірностях розвитку суспільства та економіки України, з урахуванням фінансової та податкової політики держави, специфіки дорожнього господарства, транспортно-експлуатаційного стану автомобільних доріг, вартості та термінів будівництва, витрат на їхнє утримання та ремонти, інших соціально-економічних показників, у тому числі – показників аварійності та матеріальних збитків від ДТП, а також тяжкості їх наслідків [3-9].

Розробці загальнодержавної та регіональних програм розвитку автомобільних доріг державного та місцевого значення регіону України має передувати певний підготовчий період, пов'язаний з усвідомленням суспільством країни і територіальними громадами значимості проблеми підвищення безпеки дорожнього руху як однієї з найважливіших соціально-економічних проблем, про усвідомлення необхідності та можливості досягнення істотного скорочення травматизму на вулицях міст та автомобільних дорогах, а також реалізації з цією метою заходів, що вимагають не тільки значних витрат, але і певних зусиль з боку державної виконавчої влади та органів місцевого самоврядування.

Після підготовки громадської думки мають бути прийняті законодавчі акти, у тому числі, Закон України «Про безпеку дорожнього руху», що визначатимуть основні вимоги щодо забезпечення безпеки дорожнього руху до посадових осіб, організацій, безпосередньо або опосередковано пов'язаних із забезпеченням безпеки руху, до учасників дорожнього руху, до всіх громадян країни, а також акти, що встановлюють основні положення організаційного механізму та функціональної структури управління цією діяльністю.

Потрібно створити у Верховній Раді України комітету з безпеки дорожнього руху і відповідних виконавчих органів (комітетів) на всіх щаблях державної влади, а також місцевого самоврядування з подальшим їх функціонуванням на постійній основі із затвердженими штатами фахівців.

Комітет має отримати спеціальні джерела формування власного бюджету, який використовуватиметься для фінансування програм, що розробляються. За рахунок цього він матиме можливість залучати до роботи державні організації та наукові установи. Його рекомендації мають бути обов'язковими в масштабах усієї країни. У його веденні мають бути питання стандартизації вимог до автомобільних доріг, конструкції транспортних засобів та ін. Комітет координуватиме роботу регіональних органів управління, які матимуть власні джерела фінансування і певну самостійність. Таким чином, потрібно створити цілісну структуру управління як на регіональному, так на відомчому рівнях.

Розробка Стратегії у галузі безпеки дорожнього руху з плануванням і впровадженням щодо покращання безпеки руху на основі програмно-цілевих підходів з подальшим прогнозуванням можливого зниження аварійності на автомобільних дорогах загального користування, вулично-дорожніх мережах міст та інших населених пунктів України.

Цільові програми підвищення безпеки дорожнього руху повинні створюватися з точки зору єдиних методичних позицій, мають об'єднувати заходи і завдання на їх реалізацію одночасно на державному, регіональному та відомчому рівнях і бути спрямовані на досягнення певних кількісних та якісних результатів по різних складових транспортно-дорожнього комплексу.

Цільова координація як форма організації діяльності визначає взаємозв'язок і узгодження тематики узгодження структури цілей з проблеми, що розглядається. При цьому основною ознакою класифікації та узгодження напрямів діяльності при цільовій координації є ідентифікація формулювання конкретної теми, змісту однієї або групи підцілей у загальному дереві цілей (рис. 1) – у даному випадку за коефіцієнтом пригод.

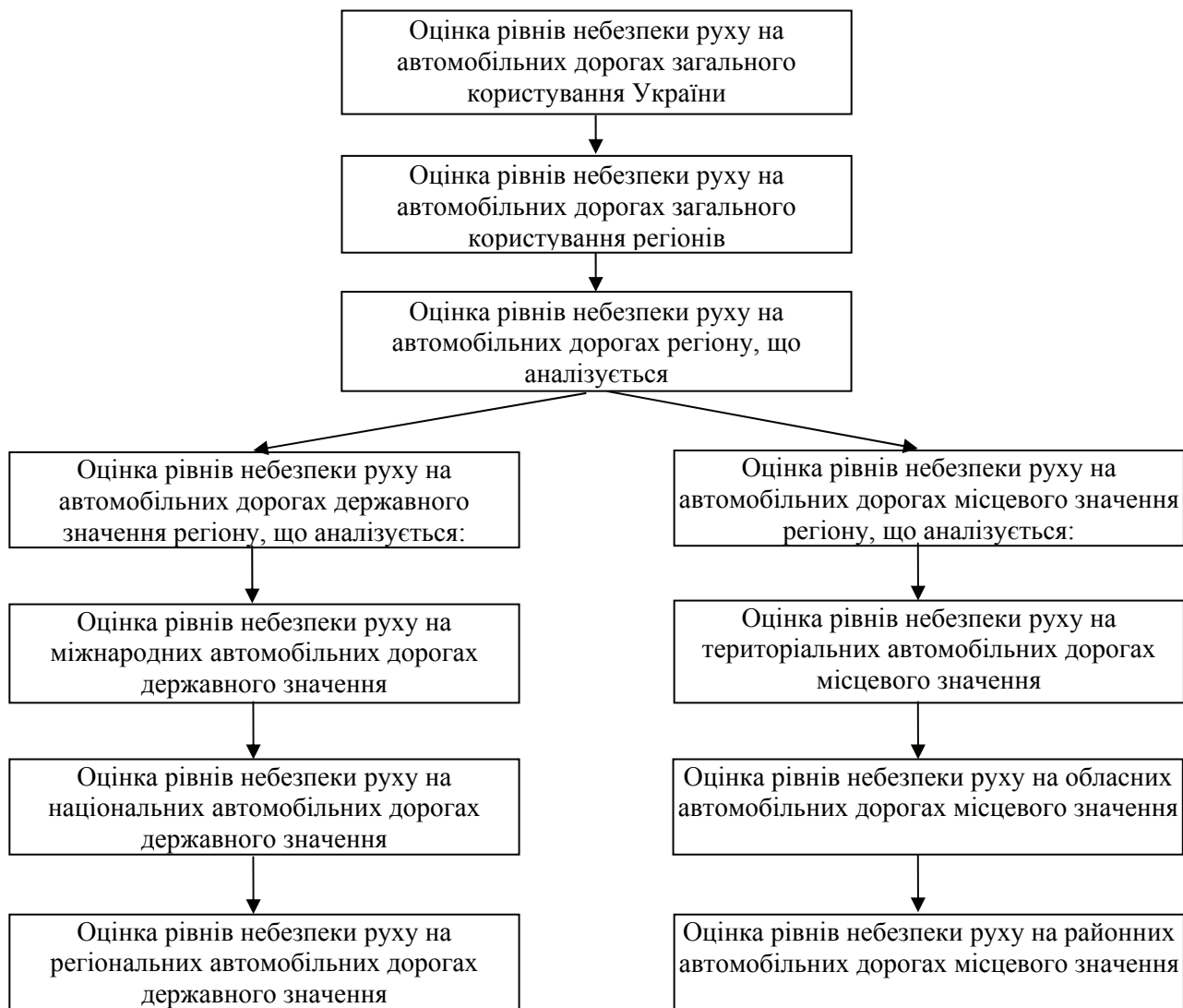


Рисунок 1 – Дерево цілей оцінки рівнів небезпеки руху на автомобільних дорогах загального користування регіонів України

Програмно-цільовий підхід щодо розвитку автомобільних доріг базується на розробленій Методиці управління безпекою руху на автомобільних дорогах державного значення регіону України. «Серцевиною» програмно-цільового підходу щодо розвитку автомобільних доріг державного та місцевого значення у регіоні є забезпечення безпеки дорожнього руху – це є першочергові заходи щодо поліпшення дорожніх умов на цих дорогах. Окрім того, позачерговими слід вважати заходи щодо забезпечення умов безперервного руху і черговими (за значимістю) – заходи щодо забезпечення відповідних умов зручності руху транспортних засобів автомобільними дорогами загального користування регіону України.

Система управління розвитком автомобільних доріг загального користування регіону України, побудована на засадах програмно-цільового підходу, має включати такі підсистеми:

- інформаційна підсистема, функціями якої є накопичення, обробка та оцінка даних про стан аварійності, транспортні потоки (напрямки руху, інтенсивності та швидкості руху; дорожні умови (характеристики мережі доріг за щільністю, наявністю автомобільних міжнародних транспортних коридорів, категорійністю та іншими транспортно-експлуатаційними властивостями автомобільних доріг загального користування регіону);

- підсистема розробки заходів на базі проведених оцінок і планування робіт, спрямованих на розвиток автомобільних доріг у регіоні;

- підсистема прогнозування можливості досягнення поставлених цілей розвитку автомобільних доріг у регіоні;

- підсистема впровадження з подальшим моніторингом результативності досягнення цілей розвитку автомобільних доріг у регіоні;

- підсистема оцінки соціально-економічної ефективності заходів щодо розвитку автомобільних доріг у регіоні.

Рекомендації щодо складу проекту програми розвитку автомобільних доріг загального користування на основі методики управління безпекою дорожнього руху в регіоні:

Вихідні дані:

а) загальні відомості про регіон:

- територія, у тому числі, розподіл площі регіону на селітебну, землеробську, промислові зони, парки та лісопарки, місця масового відпочинку людей, річки та інші водоймища, тощо;

- чисельність населення з динамікою за останні 5 років;

- топографічні дані;

- дорожньо-кліматичні умови;

- характеристики міст та інших населених пунктів як регіональних транспортних вузлів;

- розташування, основні характеристики внутрішньо регіональних пунктів тяжіння транспортних потоків;

- загальні екологічні характеристики (шум, загазованість тощо);

- дані про аварійність;

- заплановані на найближчий період крупні транспортні інфраструктурні проекти (будівництво нових автомобільних доріг, мостів, тунелів, шляхопроводів, залізничних переїздів тощо);

б) мережа автомобільних доріг загального користування регіону:

- загальна довжина, у тому числі, з твердим покриттям;

- довжина автомобільних доріг державного значення, у тому числі, автомобільних міжнародних транспортних коридорів та розподіл за категоріями);

- довжина автомобільних доріг місцевого значення, у тому числі, розподіл за категоріями);

- щільність мережі автомобільних доріг загального користування регіону, у тому числі, щільність автомобільних доріг державного значення та, окремо, місцевого значення;

- технічні характеристики автомобільних доріг державного значення та, окремо, місцевого значення (ширина проїзної частини, кількість смуг руху, наявність розділювальних смуг, захисних смуг, подовжні профілі, типи водовідведення тощо);

- наявність, розташування та технічні характеристики мостів, шляхопроводів і залізничних переїздів;

- оцінка транспортно-експлуатаційного стану покриттів проїзної частини автомобільних доріг регіону;

в) транспортна система регіону:

- чисельність автомобільного парку в динаміці за останні 5 років, у тому числі за складом (легкові, вантажні, автобуси, автопоїзди та інші транспортні засоби);

- дані про інтенсивність руху;
- дані про швидкість руху;
- частка транзитного руху через регіон, у тому числі, дорогами місцевого значення;

г) організація дорожнього руху:

- наявні схеми організації дорожнього руху;
- схеми організації руху на головних транспортних вузлах;
- схеми маршрутного орієнтування з дислокацією інформаційно-вказівних знаків та їх специфікація.

Матеріали обстеження умов руху на автомобільних дорогах загального користування регіону:

- а) обґрунтування часу проведення обстеження (дата, початок, закінчення, тривалість, періодичність);
- б) районування території регіону на умовні транспортні райони;
- в) матриця кореспонденцій транспортних потоків;
- г) швидкість руху транспортних засобів на автомобільних дорогах державного значення із використанням руху місцевими дорогами та без останніх;
- д) час руху транспортних засобів на автомобільних дорогах державного значення із використанням руху місцевими дорогами та без останніх;
- е) визначення ділянок мережі автомобільних доріг державного значення, де рівні безпеки руху є незадовільними або недостатніми.

Розрахункові дані та пропозиції щодо удосконалення дорожніх умов та організації дорожнього руху на автомобільних дорогах державного значення регіону:

- перелік ділянок мережі автомобільних доріг, які потребують впровадження заходів першої групи: удосконалення параметрів геометричних елементів автомобільних доріг, що включають збільшення радіусів кривих у плані, поширення проїзної частини на одну смугу руху, приведення у відповідність габаритів мостів до ширини проїзної частини автомобільних доріг на підходах до мостів, тощо;
- перелік ділянок мережі автомобільних доріг, які потребують впровадження заходів другої групи: удосконалення транспортно-експлуатаційних характеристик покриттів проїзної частини та узбіч автомобільних доріг, що включає обладнання покриттів проїзної частини шорсткою поверхневою обробкою, забезпечення необхідної рівності покриттів, укріплення узбіч та крайки проїзної частини, тощо;
- перелік ділянок мережі автомобільних доріг, які потребують впровадження заходів третьої групи: удосконалення облаштування доріг шляхом устрою дорожньої розмітки, установлення дорожніх знаків та транспортних і пішохідних огорожень, улаштування перехідно-швидкісних смуг, пішохідних доріжок, майданчиків для стоянки автомобілів, майданчиків відпочинку, автобусних зупинок і автопавільйонів, освітлення доріг, тощо.

Реалізація рішень (впровадження заходів із зниження рівня небезпеки руху). Реалізація рішень полягає у впровадженні заходів із зниження рівня небезпеки дорожнього руху на автомобільних дорогах загального користування регіону відповідно до існуючих стандартів, норм і правил.

Моніторинг аварійності на автомобільних дорогах загального користування виконується відділом безпеки дорожнього руху ДерждорНДІ ім. М.П. Шульгіна із використанням Галузевої бази даних збору і аналізу ДТП (RSM) відповідно до існуючих норм і правил, встановлених Міністерством внутрішніх справ та Державним агентством автомобільних доріг України.

Визначення ефективності заходів з підвищення безпеки руху. Ефективність або неефективність впроваджуваних заходів з підвищення безпеки дорожнього руху визначається за трьох умов:

- ефективність забезпечується – при цьому ділянка автомобільної дороги, що розглядається, виключається з подальшого аналізу аварійності;
- ефективність не забезпечується при умові, що обсяги фінансування необмежені – ситуація виникає при формуванні бюджетного запиту на наступний фінансовий рік. У цьому разі слід повернутися до «Оцінки рівнів безпеки руху автомобільними дорогами загального користування державного значення» і повторити розгляд можливих варіантів підвищення рівнів безпеки руху;
- ефективність не забезпечується при умові, що обсяги фінансування обмежені – ситуація виникає при формуванні бюджетного запиту на наступний фінансовий рік. Визначаються необхідні обсяги фінансування з обґрунтуванням вигоди від заходів щодо підвищення рівнів безпеки руху для

суспільства. У цьому разі слід повернутися до «Аналізу показників забезпечення безпеки руху автомобільною дорогою» та «Оцінки рівнів безпеки руху автомобільними дорогами загального користування державного значення» і повторити розгляд можливих варіантів підвищення рівнів безпеки руху в наступному фінансовому році.

Алгоритм оцінки ефективності впроваджуваних заходів з підвищення рівнів безпеки дорожнього руху (розрахунки автоматизовані) складається з наступних етапів: прогнозування стану безпеки дорожнього руху; прогноз інтенсивності руху та складу транспортного потоку; визначення рівнів безпеки дорожнього руху; оцінка фінансової ефективності проекту; розрахунок фінансового грошового потоку проекту; розрахунок та аналіз показників фінансової ефективності проекту.

Визначення необхідних обсягів фінансування з обґрунтуванням вигоди від заходів з покращення безпеки руху для суспільства.

Висновки.

1. Таким чином, потрібним є впровадження процедури розробки загальнодержавних (національних) і місцевих (регіональних) програм. Вона включає оцінку поточної ситуації із зміною аварійності за період від 5 до 15 років; прогноз зміни указаної ситуації за умов відсутності істотних змін в організації діяльності протягом 5-10 років; визначення пріоритетних напрямів удосконалення робіт із забезпечення безпеки руху на основі результатів вивчення структури причин і факторів виникнення ДТП, а також удосконалення умов зручності руху; якісну або кількісну конкретизацію цілей, які повинні бути досягнуті внаслідок виконання комплексної програми; визначення об'єму витрат, джерел фінансування і формування загальних організаційних вимог до забезпечення взаємодії організацій та служб, що залучаються до реалізації програми.

2. Етапу конкретизації мети при розробці програми з безпеки руху має бути приділена особлива увага. У тексті програми потрібно виділяти самостійні розділи, присвячені кількісному і якісному обґрунтуванню заходів, викладу альтернативних варіантів і результатам їх оцінки. Як приклад, можна привести назви розділів у програмі з безпеки руху: мета та види робіт; шляхи досягнення мети; методологія розв'язання проблеми; стратегія розв'язання проблеми; невирішені питання проблеми забезпечення безпеки руху. Мета програми, що розробляється, має бути визначена якісно (формулювання рівня забезпечення безпеки руху, який необхідно досягти) і кількісно (фіксоване значення одного з абсолютних або відносних показників аварійності).

3. Розкриття змісту загальної мети національної програми з безпеки руху в поєднанні з організаційними питаннями координації діяльності широкого кола організацій, що беруть участь у реалізації, може бути такою:

- зниження загальної кількості загиблих і травмованих у ДТП, що спостерігається, повинно бути досягнуто й згодом продовжено;
- ризик загинути або отримати травми в результаті ДТП має зменшуватися, причому для незахищених учасників руху в більшій мірі, ніж для захищених;
- проблеми, пов'язані з дітьми, повинні розглядатися окремо; необхідно забезпечити їхній захист у дорожньому русі.

В організаційному плані за рішенням кожної із задач була закріплена відповідальна організація і визначений порядок фінансування їхньої роботи.

4. При підготовці кожної подальшої п'ятирічної програми отримані раніше оцінки мають доповнюватися результатами вивчення статистики ДТП на момент завершення попередньої програми. Це дозволяє не тільки оцінити ефективність завершенної програми, але підвищити точність прогнозу можливих ситуацій у майбутньому.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Лановий О.Т. Поліщук В.П. Логістичні принципи функціонування мережі автомобільних доріг загального користування. Збірник наукових праць за матеріалами Міжнародної науково-практичної конференції Логістики промислових регіонів. – Донецьк.: ДААТ, 2010. С. 101-105.

2. Поліщук В.П., Кутузов А.С. Проблеми та шляхи створення територіальної системи забезпечення безпеки дорожнього руху в регіонах України / Володимир Петрович Поліщук, Анатолій Єгорович Кутузов // Управління проектами, системний аналіз і логістика. – К.: НТУ – 2014. – Вип. 12.

3. Поліщук В.П., Лановий О.Т. Підвищення ефективності діяльності з організації та безпеки дорожнього руху в Україні. Збірник «Автомобільні дороги і дорожнє будівництво», № 72, Київ, НТУ, 2004. С. 251 – 255.
4. Поліщук В.П., Лановий О.Т. та ін. Розробка типових заходів з підвищення безпеки руху на мостових переходах. Збірник матеріалів міжнародної науково – практичної конференції. МВС України, Департамент Держ. авт. Інспекції, НДЦ БР, Київ. 2004 р. С. 66 – 69.
5. Полищук В.П., Лановой А.Т. Практические методы оценки эффективности функционирования и необходимости в развитии сети автомобильных дорог. An international journal on operation of farm and agri-food industry machinery, vol. 14, № 3, Lublin – Kiev – Simferopol – Mykolaiv – Lviv – Rzeszow, 2012. P. 70 – 77.
6. Поліщук В.П., Лановий О.Т., Мاستикаш Д.О., Охрименко О.А. Оцінка економічної ефективності заходів з організації дорожнього руху. Безпека дорожнього руху України. – К.: ТОВ «Журнал «Радуга». – 2006. – №1 – 2(22). – С. 31 – 43.[Road safety Ukraine. – K.: Ltd "Journal" Rainbow " – 2006. – №1 – 2 (22). – P. 31 – 43.]
7. Поліщук В.П., Лановий О.Т., Савченко Л.В. Підвищення ефективності діяльності з організації та безпеки дорожнього руху. «Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики». Зб. доповідей IX Міжнародної науково-практичної конференції. К.: 2007, С. 82 – 84.
8. Поліщук В.П., Бондар Т.В. До питання управління безпекою руху на автомобільних дорогах загального користування. Вісник Національного транспортного університету. В 2-х частинах: Ч. 2. – К.: НТУ, 2007. – Випуск 15. С. 109 – 113.
9. Поліщук В.П., Лановий О.Т., Бондар Т.В. Визначення рівнів безпеки руху на автомобільних дорогах загального користування. Вісник Національного транспортного університету. В 2-х частинах: Ч. 2. – К.: НТУ, 2009. – Випуск 15. С. 113 – 121

REFERENCES

1. Lanovyi O.T., Polishchuk V.P., Logistychni pryntsyipy funktsionyvannya merezhi avtomobilnykh dorog zagalnoho korystuvannya. [Logistics principles of the network of public roads] Zbirnyk naukovykh prats za materialamy Mizhnarodnoyi naukovo – praktychnoyi konferentsiyi Logistyky promyslovykh regioniv[Scientific Papers for International scientific and practical conference Logistics industrial regions] – Donechck.: DAAT, 2010. S. 101 – 105. (Ukr)
2. Polishchuk V.P. Kutuzov A. Ye. Problemy ta shlyakhy stvorenya terytorialnoyi systemy zabezpechennya bezpeky dorozhnyogo rukhu v regionakh Ukrayiny[Problems and ways of creating territorial system of road safety in the regions of Ukraine] / Volodymyr Petrovyts Polishchuk, Anatoliy Yegorovych Kutuzov// Upravlinnya proektamy , systemnyy analiz i logistyka [Project Management, System Analysis and Logistics]. – K.: NTU – 2014 . – Vyp.12. (Ukr)
3. Polishchuk V.P., Lanovyi O.T., Pidvyshchennya efektyvnosti diyalnosti z organizatsiyi ta bezpeky dorozhnyogo rukhu v Ukrayiny. [Improving the efficiency of the organization and road safety in Ukraine.] Zbirnyk “ Avtomobilni dorogy i dorognye budivnytstvo” [Zbiznyk "Roads and road construction"] № 72 Kyiv , NTU ,2004 s 251 – 255(Ukr)
4. Polishchuk V.P., Lanovyi O.T., ta in. Rozrobka typovuch zakhodiv z pidvyshchennya bezpeky rukhu na mostovykh perekhodakh [Development of common measures to improve safety on the bridge.] Zbirnyk materialiv Mizhnarodnoyi naukovo – praktychnoyi konferentsiyi. MVS Ukrayiny, Departament Derg. Avto inspekziyi NDTs. Kyiv.2004 r. s. 66-69 [Proceedings of the international scientific – practical conference. Ministry of Internal Affairs of Ukraine, Department of State. com. Inspection, SIC BR, Kyiv.] 2004 r. s. 66-69(Ukr)
5. Polishchuk V.P., Lanovoy A.T. Prakticheskie metody otsenki effektivnosti funktsionirovaniya i neobhodimosti v razvytiyi seti avtomobilnykh dorog. [Practical methods for evaluating the performance and the need for the development of the road network.] An international journal on operation of farm and agri-food industry machinery, vol. 14, № 3, Lublin – Kiev – Simferopol – Mykolaiv – Lviv – Rzeszow, 2012. P. 70 – 77 (Rus)
6. Polishchuk V.P., Lanovyy O.T., Mastykash D.O., Okhrymenko O.A. Otsinka ekonomichnoyi efektyvnosti zakhodiv z orhanizatsiyi dorozhn'oho rukhu. [Evaluation of economic efficiency of measures in traffic.] Bezpeka dorozhn'oho rukhu Ukrayiny. – K.: TOV «Zhurnal «Raduha». – 2006. – № 1 – 2(22). – S. 31 – 43.[Road safety Ukraine. – K.: Ltd "Journal" Rainbow ". – 2006. – №1 – 2 (22). – P. 31 – 43.] (Ukr)

7. Polishchuk V.P., Lanovyy O.T., Savchenko L.V. Pidvyshchennya efektyvnosti diyal'nosti z orhanizatsiyi ta bezpeky dorozhn'oho rukhu. «Rynok posluh kompleksnykh transportnykh system ta prykladni problemy lohistyky». [Improving the efficiency of the organization and road safety. "Service Market of Integrated Transport Systems and Applied Problems of Logistics".] Zb. dopovidey IX Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi. K.: 2007, S. 82 – 84.[Coll. of IX International Scientific Conference. K.: 2007, S. 82 – 84.] (Ukr) (Ukr)

8. Polishchuk V.P., Bondar T.V. Do pytannya upravlinnya bezpekoyu rukhu na avtomobil'nykh dorohakh zahal'noho korystuvannya. [Towards the question of direction of traffic on public roads.] Visnyk Natsional'noho transportnoho universytetu. V 2-kh chastynakh: Ch. 2. – K.: NTU, 2007. – Vypusk 15. S. 109 – 113.[Proceedings of the National Transport University. In 2 parts: Part 2 – K.: NTU, 2007. – Volume 15 P. 109 – 113.]

9. Polishchuk V.P., Lanovyy O.T., Bondar T.V. Vyznachennya rivniv bezpeky rukhu na avtomobil'nykh dorohakh zahal'noho korystuvannya.[Determination of levels of safety on public roads.] Visnyk Natsional'noho transportnoho universytetu. V 2-kh chastynakh: Ch. 2. – K.: NTU, 2009. – Vypusk 15. S. 113 – 121. .[Proceedings of the National Transport University. In 2 parts: Part 2 – K.: NTU, 2009. – Volume 15 P. 113 – 121.] (Ukr)

РЕФЕРАТ

Кутузов А.С. Концепція програм розвитку автомобільних доріг державного та місцевого значення регіону України / А.С. Кутузов // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

У статті зроблений аналіз існуючих підходів щодо управління безпекою руху на автомобільних дорогах загального користування державного та місцевого значення регіону України, подана Концепція програм розвитку цих автомобільних доріг.

Зазначено, що розробці загальнодержавної та регіональних програм розвитку автомобільних доріг державного та місцевого значення регіону України має передувати певний підготовчий період, пов'язаний з усвідомленням суспільством країни і територіальними громадами значимості проблеми підвищення безпеки дорожнього руху як однієї з найважливіших соціально-економічних проблем, про усвідомлення необхідності та можливості досягнення істотного скорочення травматизму на вулицях міст та автомобільних дорогах, а також реалізації з цією метою заходів, що вимагають не тільки значних витрат, але і певних зусиль з боку державної виконавчої влади та органів місцевого самоврядування.

Розкриття змісту загальної мети програми з безпеки руху в поєднанні з організаційними питаннями координації діяльності широкого кола організацій, що беруть участь у реалізації, може бути такою: зниження загальної кількості загиблих і травмованих у ДТП, що спостерігається, повинно бути досягнуто й згодом продовжено; ризик загинути або отримати травми в результаті ДТП має зменшуватися, причому для незахищених учасників руху в більшій мірі, ніж для захищених; проблеми, пов'язані з дітьми, повинні розглядатися окремо; необхідно забезпечити їхній захист у дорожньому русі. В організаційному плані за рішенням кожної із задач має бути закріплена відповідальна організація і визначений порядок фінансування їхньої роботи. При підготовці кожної подальшої п'ятирічної програми отримані раніше оцінки мають доповнюватися результатами вивчення статистики ДТП на момент завершення попередньої програми. Це дозволяє не тільки оцінити ефективність завершеної програми, але підвищити точність прогнозу можливих ситуацій у майбутньому.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ ДЕРЖАВНОГО ТА МІСЦЕВОГО ЗНАЧЕННЯ, РЕГІОН УКРАЇНИ, КОНЦЕПЦІЯ, ПРОГРАМИ РОЗВИТКУ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ, УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ РУХУ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ ДЕРЖАВНОГО ТА МІСЦЕВОГО ЗНАЧЕННЯ, ЗАГАЛЬНОДЕРЖАВНІ ТА РЕГІОНАЛЬНІ ПРОГРАМИ РОЗВИТКУ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ.

ABSTRACT

Kutuzov A. Concept development programs of state highways and local roads in the region of Ukraine. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

The article provides an analysis of existing approaches to the management of traffic safety on the

public roads of state and local governments in the region of Ukraine and was introduced the concept of development programs of these roads.

Pointed out that the development of national and regional development programs, state highways and local roads in the region of Ukraine should be preceded by a certain preparation period associated with the knowledge society and the country's territorial communities magnitude of the problem of improving road safety as one of the most important socio-economic problems, an awareness of the need for and the possibility of achieving a significant reduction in accidents on city streets and highways, as well as the Disclosure of realization of this goal activities that require not only a significant investment, but some effort on the part of public authorities and local self-government.

The overall objective of road safety combined with organizational coordination among a wide range of organizations involved in the implementation might be: reduction in the total number of dead and injured in an accident, there must be achieved and subsequently extended; the risk of being killed or injured in road accidents should decrease, and for vulnerable road users to a greater extent than for protected; problems associated with children should be considered separately; necessary to protect them in traffic. In organizational terms, to address each of the tasks must be assigned a responsible organization and the procedure for financing their work. In preparation for each subsequent five-year program received earlier assessment should be complemented by the results of the study of accident statistics at the close of the previous program. This allows not only to evaluate the effectiveness of a completed program, but increase the accuracy of the prediction of possible situations in the future.

KEY WORDS: ROADS STATE AND LOCAL GOVERNMENTS, REGIONS OF UKRAINE, THE CONCEPT ROADS DEVELOPMENT PROGRAM, OFFICE OF TRAFFIC SAFETY OF PUBLIC ROADS STATE AND LOCAL GOVERNMENTS, NATIONAL AND REGIONAL PROGRAMS OF DEVELOPMENT OF HIGHWAYS.

РЕФЕРАТ

Кутузов А.Е. Концепция программ развития автомобильных дорог государственного и местного значения региона Украины / А.Е. Кутузов // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье сделан анализ существующих подходов к управлению безопасностью движения на автомобильных дорогах общего пользования государственного и местного значения региона Украины, представлена Концепция программ развития этих автомобильных дорог.

Указано, что разработке общегосударственной и региональных программ развития автомобильных дорог государственного и местного значения региона Украины должен предшествовать определенный подготовительный период, связанный с осознанием обществом страны и территориальными общинами значимости проблемы повышения безопасности дорожного движения как одной из важнейших социально-экономических проблем, об осознании необходимости и возможности достижения существенного сокращения травматизма на улицах городов и автомобильных дорогах, а также реализации этой цели мероприятий, требующих не только значительных затрат, но и определенных усилий со стороны государственной власти и органов местного самоуправления.

Раскрытие содержания общей цели программы по безопасности движения в сочетании с организационными вопросами координации деятельности широкого круга организаций, участвующих в реализации, может быть такой: снижение общего количества погибших и травмированных в ДТП, наблюдается, должно быть достигнуто и впоследствии продлен; риск погибнуть или получить травмы в результате ДТП должно уменьшаться, причем для незащищенных участников движения в большей степени, чем для защищенных; проблемы, связанные с детьми, должны рассматриваться отдельно; необходимо обеспечить их защиту в дорожном движении. В организационном плане по решению каждой из задач должна быть закреплена ответственная организация и определен порядок финансирования их работы. При подготовке каждой последующей пятилетней программы полученные ранее оценки должны дополняться результатами изучения статистики ДТП на момент завершения предыдущей программы. Это позволяет не только оценить эффективность завершенной программы, но повысить точность прогноза возможных ситуаций в будущем.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ ГОСУДАРСТВЕННОГО И МЕСТНОГО ЗНАЧЕНИЯ, РЕГИОН УКРАИНЫ, КОНЦЕПЦИЯ, ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ, УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ДВИЖЕНИЯ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО И МЕСТНОГО ЗНАЧЕНИЯ, ОБЩЕГОСУДАРСТВЕННОЙ И РЕГИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ.

АВТОР:

Курузов Анатолий Егорович, инженер, здобувач кафедри «Транспортні системи та безпека дорожнього руху» Національного транспортного університету, e-mail: tsbdr@ukr.net, тел. 0442804885, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 435.

AUTHOR:

Kutuzov Anatoly E., Engineer, Researcher of department "Transport systems and road safety", National Transport University, e-mail: tsbdr@ukr.net, tel. +380442804885 Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 435.

АВТОР:

Курузов Анатолий Егорович, инженер, соискатель кафедры «Транспортные системы и безопасность дорожного движения» Национального транспортного университета, e-mail: tsbdr@ukr.net, тел. 0442804885, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 435.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Лановий Олександр Тимофійович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, професор кафедри «Транспортні системи та безпека дорожнього руху»

Кисельов Володимир Борисович, доктор технічних наук, професор Академії муніципального управління, декан факультету «Управління міським господарством».

REVIEWERS:

Lanovyy Alexander T., candidate of science, Professor, national transport University, head of Department «Transportation systems and traffic safety»

Kiselev Vladimir B., doctor of technical Sciences, Professor of the Academy of municipal management, the Dean of the faculty of «urban Management».

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Лановой Александр Тимофеевич, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, профессор кафедры «Транспортные системы и безопасность дорожного движения»

Киселев Владимир Борисович, доктор технических наук, профессор Академии муниципального управления, декан факультета «Управление городским хозяйством».

ВИЗНАЧЕННЯ СПОЖИВЧОЇ ПОВЕДІНКИ КОРИСТУВАЧІВ
АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ

Лановий О.Т., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

DEFINITION OF CONSUMER BEHAVIOR OF USERS OF PUBLIC ROADS

Lanovyy O.T., candidate of science, Національний транспортний університет, Київ, Україна

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

Лановой А.Т., кандидат технических наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Постановка проблеми.

Відомо, що транспортно-експлуатаційний стан автомобільних доріг загального користування – найважливіша вихідна передумова для забезпечення безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків [1].

Мета проведених досліджень полягає у підвищенні ефективності функціонування мережі автомобільних доріг на основі прогнозування попиту користувачів доріг на умови безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків, урахування вартості та термінів будівництва і витрат на утримання доріг, специфіки роботи дорожнього господарства, показників розвитку суспільства та економіки країни, а також у розробці методу формування системи управління функціонуванням та розвитком мережі автомобільних доріг загального користування України.

Для забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків потрібна оптимізація управління транспортною системою регіону «Автомобільні дороги державного та місцевого значення – Національні та міжнародні транспортні потоки» (АДДМ-НМТП) із визначенням відповідних критеріїв управління [2]. Доведено [3], що найбільше відповідає меті функціонування цієї транспортної системи показник «Продуктивність роботи автомобільної дороги», який є критерієм ефективності її функціонування через те, що він враховує забезпечення автомобільною дорогою руху значних за об'ємами транспортних потоків із достатньо великими швидкостями за умови забезпечення необхідного рівня безпеки руху.

Оцінка роботи автомобільної дороги як підприємства із забезпечення руху транспортних потоків має ґрунтуватися на застосуванні визначених співвідношень об'ємів дорожнього руху (як попиту користувачів на рух автомобільною дорогою), дорожніх витрат (як пропозиції із забезпечення вимог з боку транспортних потоків щодо потрібної якості дорожніх умов) і відповідної транспортної цінності забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного дорожнього руху (надалі – транспортної цінності руху) [4] Транспортна цінність руху не є податком або збором – це оціночна характеристика ефективності роботи автомобільної дороги у транспортній системі регіону АДДМ-НМТП.

Основна частина.

Вибір найкращого прогнозу розвитку транспортної системи з боку виробництва благ (з боку пропозиції – тобто удосконалення дорожніх умов) неможливий, виходячи тільки з позиції самої пропозиції, яка аналізується незалежно від попиту на рух. Якщо виходити тільки з внутрішньої структури пропозиції, то не можна ні довести, ні спростувати необхідність збільшення її обсягів або зміни її структури. Все це має розв'язок тільки за умови вивчення зв'язків між індивідуальними і суспільними потребами та пропозицією послуг щодо забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків мережею автомобільних доріг. Таким чином, потрібним є постійне вивчення попиту на рух автомобільними дорогами, а також розробка необхідних методів прогнозування характеристик транспортних потоків для цілей оцінки ефективності функціонування транспортної системи у майбутньому.

Пояснення закону попиту користувачів на рух автомобільними дорогами у дорожніх умовах потрібної якості має бути таким.

Визначення споживчої поведінки користувачів автомобільних доріг є складовою шляху до побудови кривої попиту на дорожні умови потрібної якості – умови, що забезпечують безперервність,

безпеку та зручність руху транспортних потоків. Відомо [5], що закон попиту формально може бути викладений так: існує зворотна залежність між ціною продукту і величиною попиту, на який є потреба покупців (користувачів) протягом визначеного часу за інших рівних умов. Іншими словами, закон попиту описує взаємовідносини між кількістю продукту, яку споживачі (користувачі) можуть та бажають придбати, й ціною цього продукту за інших рівних умов (рис. 1).

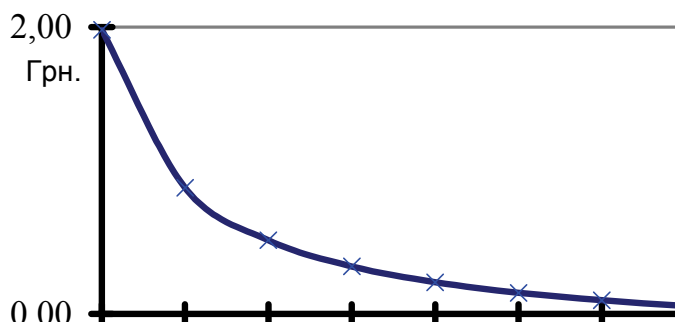


Рисунок 1 – Крива попиту користувачів на рух автомобільною дорогою

Функціонування мережі автомобільних доріг є суспільним продуктом [6], ефективність якого може бути виражена через продуктивність роботи автомобільної дороги Π . Основними параметрами, що входять у цей показник, є середня швидкість руху та об'єм руху. Останні, у свою чергу, є функціями щільності руху [3].

Таким чином, щільність руху є інтегральним параметром функціонування автомобільної дороги, а її величина значно залежить від існуючих дорожніх умов та складу транспортного потоку. Продуктивність дороги має вимірник: один автомобіль на довжину дороги у кілометр за деякий час (годину або добу), або авт.-км/г чи авт.-км/добу. Перевагою цього вимірника є те, що, якщо розглядати продуктивність дороги з боку користувача дороги, то можна застосовувати погляд на користування дорогою як швидкість його (одного) автомобіля. З погляду ж організації, що утримує дорогу, цей показник трансформується в об'єм руху на автомобільній дорозі довжиною один кілометр. Отже, цей вимірник має універсальний характер. Як бачимо, із зростанням продуктивності дороги крива транспортної цінності руху (транспортний попит на умови безперервного, безпечного та зручного руху) матиме спадний характер.

Споживчий вибір користувача доріг та його бюджетне стримування.

Щоб зрозуміти, як приймають рішення щодо вибору маршруту пересування мережею автомобільних доріг їхні користувачі, розглянемо існуючі підходи до вивчення споживчої поведінки типового споживача. У нашому випадку споживач є користувачем автомобільної дороги.

Положення, у якому опиняється типовий споживач, можна описати так [5]:

- розумна поведінка. Середній користувач – це розумна людина, яка намагається так розпорядитися своїм доходом, щоб отримати від цього найбільше задоволення або корисність. Типовий користувач намагається отримати за свої гроші «все, що можливо», або, використовуючи спеціальну термінологію, максимізувати сукупну корисність;

- переваги. Можна вважати, що середній користувач має достатньо чітку систему переваг по відношенню до продукції, що пропонується. Вихідною при цьому є позиція, що споживачі чітко уявляють, яку саме граничну корисність вони отримають від кожної наступної одиниці різних продуктів;

- бюджетне стримування. Грошовий дохід людини обмежений. Усі користувачі випробують на собі стримуючий вплив свого бюджету;

- ціни. На всі товари та послуги, що пропонуються споживачеві ринком, є ціnnики. Це робиться тому, що вони є рідкісними по відношенню до попиту на них, або, інакше, виробництво їх зажає витратити рідкісні, отже, цінні ресурси. Очевидно, якщо споживач має обмежену кількість грошей, а продукти, які він хоче купити, мають визначену ціну, то споживач зможе придбати тільки обмежену їх кількість. Він не може купити все, що бажає, якщо кожна купівля приводить до знищення його обмеженого грошового доходу. Це той випадок, коли окремих споживач зіштовхується з економічним фактором рідкості. Він має йти на компроміси, робити вибір поміж альтернативних продуктів, щоб при обмежених грошових ресурсах отримати найбільш прийнятний набір продуктів.

Для користувача автомобільної дороги усі наведені положення є вірними, крім останнього. Через причини, наведені вище, а також у [7], існує фіаско забезпечення послуг щодо умов безперервного, безпечного та зручного користування автомобільними дорогами як категорія суспільно-

економічного вибору. Характерною тут є ситуація, коли сам ринок не спроможний координувати процеси економічного вибору таким чином, щоб забезпечити ефективне використання ресурсів. Це відбувається тому, що мережа автомобільних доріг є суспільним продуктом. Отже, нагальною потребою було створення методології визначення транспортної цінності забезпечення дорожнього руху як критерію ефективності роботи автомобільної дороги, яка має ґрунтуватися на забезпеченні умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків [8]. Для цього були використані поняття та принципи, ретельно розглянуті далі: правило максимізації корисності; часовий аспект, що відповідно до теорії споживчої поведінки користувачів ураховує економічну цінність часу; аналіз кривих байдужості споживчої поведінки типового користувача та проблема виміру корисності.

Правило максимізації корисності.

Питання полягає у наступному: який саме набір продуктів із тих, що споживач може придбати, не виходячи за межі свого бюджету, принесе йому найбільшу суму корисності або задоволення. Правило, за яким можна максимізувати задоволення потреби, полягає у такому розподілі грошового доходу споживача, за якого остання гривня, що витрачена на придбання кожного виду продукції, надавала би однакову додаткову (граничну) корисність. Воно називається правилом максимізації корисності. Якщо споживач «зможе урівноважити свої граничні корисності» у відповідності з цим правилом, то ніщо не буде спонукати його до зміни структури витрат. Споживач знаходитиметься у стані рівноваги, і, за виключенням випадків зміни споживчих смаків, доходів або цін на різну продукцію, споживач опиниться у гіршому стані (сукупна корисність знизиться) за будь-якої зміни набору продуктів, що купуються.

Математична ілюстрація цього правила є можливою на прикладі двох продуктів:

$$\frac{ГК\ \text{продукту}\ A}{\text{ціна продукту}\ A} = \frac{ГК\ \text{продукту}\ B}{\text{ціна продукту}\ B} \quad (1)$$

де *ГК продукту* – гранична корисність продукту.

Якщо рівняння не виконується, то відбудеться перерозподіл споживчих витрат між продуктами *A* та *B* на користь продукту з більш високим рівнем граничної корисності у розрахунку на гривню, що підвищить сукупну корисність для споживача. Цим пояснюється спадний характер кривої попиту споживача. Правило максимізації корисності та крива попиту є взаємно підтверджуваними [9].

Часовий аспект.

Теорія споживчої поведінки ураховує економічну цінність часу. І споживча, і виробнича діяльність мають одну загальну рису – вони потребують витрат часу. Отже час є цінним економічним ресурсом. Працюючи, тобто витрачаючи годину часу на виробничу діяльність, людина може заробити деяку кількість грошей у залежності від своєї освіти, вміння тощо. Витрачаючи цей час на відпочинок або на споживчу діяльність, людина має збитки, що пов'язані з неoderжанням можливого доходу й витрачанням якихось грошей.

Учені, які розробляли теорію споживчої поведінки на підставі концепції граничної корисності, традиційно вважали, що споживання – акт моментальний. Але логічним є ствердження, що ціни споживчих благ мають містити не тільки ринкові ціни, але і цінність часу, що є необхідним для споживання даного блага. Іншими словами, знаменники у формулах, наведених вище, не зовсім точні, оскільки вони не відображають «повної ціни» – ринкова ціна плюс цінність часу, який витрачається на споживання блага, що нас цікавить.

Можна стверджувати, що економічний розвиток не здатний забезпечувати достаток у всіх відношеннях. Сукупний достаток – як благ, так і часу – уявляє собою логічне протиріччя. Економіка розвинутих країн багата товарами, але бідна часом, тоді як слаборозвинуті країни багаті часом, але бідні товарами [5]. Щоб вирішити таке протиріччя не зайвим буде проаналізувати так називані криві байдужості споживчої поведінки типового споживача.

Аналіз кривих байдужості споживчої поведінки типового споживача.

Більш глибоке пояснення поведінки споживача і споживчої рівноваги може бути надано за допомогою бюджетних ліній та кривих байдужості [5].

Бюджетна лінія показує різні комбінації двох продуктів, які можуть бути придбаними при фіксованому грошовому доході. Наприклад, якщо продукт *A* коштує 1,5 грн., а продукт *B* – 1 грн., то споживач міг би придбати усі комбінації продуктів *A* та *B*, при грошовому доході, що дорівнює 12. Зауважимо, що в одному з двох крайніх випадків споживач міг би витрати увесь свій дохід на купівлю 8 одиниць продукту *A*, таким чином, що при цьому не залишилося б грошей для придбання продукту *B*. Або, відмовившись від 2 одиниць продукту *A* і тим самим «вивільнивши» 3 грн., він міг

би купити 6 одиниць продукту *A* та 3 – продукту *B*. І так далі в притулок до іншого крайнього випадку, коли споживач міг би купити 12 одиниць продукту *B* за ціною 1 грн. кожна, цим самим витративши весь свій дохід на продукт *B* і нічого не залишивши для купівлі продукту *A*. На рис. 2 бюджетна лінія відображена графічно.

Якщо ціна продукту *B* підвищиться з 1 до 1,5 грн. (рис. 2а), положення рівноваги зміститься з точки *X* в точку *X'* при відповідному зменшенні кількості продукту з 6 до 3 одиниць. Крива попиту на продукт *B* будується шляхом поєднання поміж собою точок, що відповідають різним комбінаціям цін та кількостей (рис. 2б).

Слід відмітити, що похил бюджетної лінії залежить від відношення ціни продукту *B* до ціни продукту *A*. Точніше, абсолютна крутизна похилу дорівнює

$$P_B / P_A = 1 \text{ грн.} / 1,5 \text{ грн.} = 2 / 3.$$

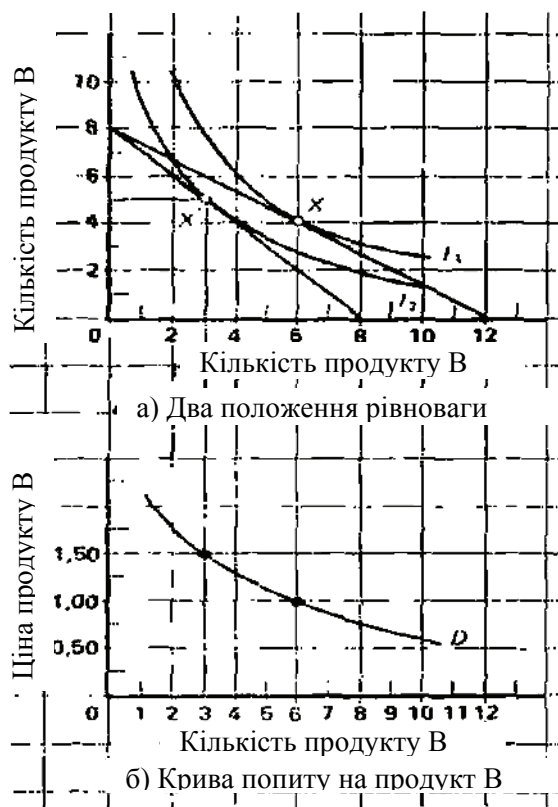


Рисунок 2 – Лінії споживчого бюджету й карти байдужості

Це є математичний спосіб виразу того факту, що споживач повинен утриматися від придбання 2 одиниць продукту *A* (позначений на вертикальній осі) вартістю 1,5 грн. кожна, щоб отримати у своє розпорядження 3 грн., необхідних для купівлі 3 одиниць продукту *B* (позначений на горизонтальній осі). Іншими словами, за зсувом по кривій донизу по бюджетній, або цінній прямій, потрібно відмовитися від двох одиниць продукту *A* (по 1,5 грн. кожна) для придбання трьох одиниць продукту *B* (по 1 грн. кожна). Це свідчить про похил, що дорівнює 2 / 3.

Характерними рисами кривих байдужості є: спадний вид кривої та опуклість по відношенню до початку координат. Криві байдужості мають спадний характер по тій причині, що як продукт *A*, так і продукт *B* є корисними для споживача.

Тому, рухаючись від однієї комбінації продуктів до іншої, споживач купляє більше продукту *B*, таким чином збільшуючи для себе сукупну корисність.

Відповідно до цього, для зменшення сукупної корисності на таку ж величину споживач має відмовитися від деякої кількості продукту *A*. Чим більше продукту *B*, тим менше продукту *A*, ось чому між кількостями *A* та *B* існує зворотний зв'язок. Будь-яка крива, що виражає зворотний зв'язок, має спадний вигляд.

Якщо дивитися на графік із точки початку координат, спадна гілка кривої має бути або опуклою, або угнутою. Похил угнутої кривої збільшується (стає крутішим) за рухом до низу по кривій, тоді як похил опуклої кривої зменшується (стає більш пологим). Таким чином, крива байдужості опукла, якщо на неї дивитися з початку координат. Кажучи фахово, похил кривої

байдужості відображає величину граничної кривої заміщення (*MRS*), тому що показує, в якій мірі (у яких межах) споживач готовий замінити один продукт іншим так, щоб отримати при цьому те ж задоволення потреби. Похил кривої байдужості, що зменшується, свідчить про те, що готовність споживача до заміщення продукту *A* продуктом *B* зменшується по мірі руху до низу по кривій.

На основі проведених досліджень була розроблена методологія визначення ефективності роботи автомобільної дороги, що побудована на необхідності розрахунку транспортної цінності руху як співвідношення між суспільними витратами на функціонування та розвиток мережі автомобільних доріг і вигодами користувачів – членів суспільства, які обрали конкретну дорогу замість альтернативного проїзду існуючою мережею автомобільних доріг, виходячи з кращих умов та безперервності руху, рівнів безпеки та зручності руху на підставі співвідношення об'ємів дорожнього руху як попиту на суспільний продукт, дорожніх витрат як пропозиції щодо забезпечення зручності дорожнього руху транспортних потоків із одночасним визначенням транспортної цінності руху, що відповідає цьому співвідношенню.

Висновки.

1) Розглянуті теоретичні основи споживчої поведінки користувачів автомобільних доріг дозволили вперше отримати можливість побудови кривої попиту на проїзд автомобільною дорогою.

2) Завдяки цьому надалі була розроблена методологія визначення ефективності роботи автомобільної дороги, що побудована на необхідності розрахунку транспортної цінності руху як співвідношення між суспільними витратами на функціонування та розвиток мережі автомобільних доріг і вигодами користувачів – членів суспільства, які обрали конкретну дорогу замість альтернативного проїзду існуючою мережею автомобільних доріг, виходячи з кращих умов та безперервності руху, рівнів безпеки та зручності руху на підставі співвідношення об'ємів дорожнього руху як попиту на суспільний продукт, дорожніх витрат як пропозиції щодо забезпечення зручності дорожнього руху транспортних потоків із одночасним визначенням транспортної цінності руху, що відповідає цьому співвідношенню;

3) Зазначена оцінка ефективності надає можливість регулювання державою процесів достатнього ресурсного забезпечення відповідного рівня функціонування або необхідного розвитку мережі автомобільних доріг [10], а також формування попиту на користування ними через те, що ці послуги є суспільно необхідними й надаються на умовах обмеженої монополії.

4) Запропоновані в дослідженні методики та їх досвідна реалізація підтвердили свою дієвість у реальних умовах управління функціонуванням мережі автомобільних доріг Державним агентством автомобільних доріг України (Укравтодор).

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Лановий О.Т. Забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків мережею автомобільних доріг. Вісник Національного транспортного університету – К.: НТУ, 2013. – Випуск 28. С. 278-284 (англ. мовою).

2. Лановий О.Т. Удосконалення методів управління транспортною системою регіону «Автомобільні дороги державного та місцевого значення – Національні та міжнародні транспортні потоки» / Лановий О.Т. // Управління проектами, системний аналіз і логістика. Науковий журнал. Вип. 9. – К.: НТУ, 2012. – С. 102 – 107.

3. Лановий О.Т. Продуктивність роботи автомобільної дороги загального користування як критерій ефективності її функціонування. Вісник Національного транспортного університету. В 2-х частинах: Ч. 2. – К.: НТУ, 2011. – Випуск 21. С. 173-178.

4. Лановий О.Т. Формування сучасних показників соціально-економічної оцінки ефективності інвестицій у розвиток транспортних систем / Лановий О.Т. // Коммунальное хозяйство городов. К.: «Техніка», вип. 56, 2004 р., с. 65 – 73.

5. Макконнелл К.Р. Экономика: принципы, проблемы и политика / Макконнелл К.Р., Брю С.Л.; [Пер. с англ. 11-го изд.] – К., ХаГар, 1998. – 785 с., табл., граф.

6. Лановий О.Т. Прогнозування макроекономічної ефективності функціонування мережі автомобільних доріг загального користування / Лановий О.Т. // Вісті автомобільно-дорожнього інституту: Наук.-виробн. зб. / АДІ ДонНТУ, Горлівка, 2005, № 1. – С. 27 – 30.

7. Лановий О.Т. Фіаско ринку послуг з безпечного та ефективного користування автомобільними дорогами як категорія соціально-економічного вибору / Лановий О.Т. // Зб. «Автомобільні дороги і дорожнє будівництво», № 70, Київ, НТУ, 2004. – С. 116 – 120.

8. Полищук В.П., Лановой А.Т. Практические методы оценки эффективности функционирования и необходимости в развитии сети автомобильных дорог. An international journal on

operation of farm and agri-food industry machinery, vol. 14, № 3, Lublin – Kiev – Simferopol – Mykolaiv – Lviv – Rzeszow, 2012. P. 70 – 77.

9. Голуберг М.А. Прогнозирование и тенденции экономического развития / Голуберг М.А., Колотий В.Н. – К.: Наук. думка, 1989. – 47 с.

10. Лановий О.Т. Визначення адекватного рівня фінансування автомобільних міжнародних транспортних коридорів України / Лановий О.Т. // Управління проектами, системний аналіз і логістика. Науковий журнал. Вип. 5. – К.: НТУ, 2008. – С. 329 – 333.

REFERENCES

1. Lanovyy O. Ensuring conditions of continuous, safe and convenient traffic flow for road network / Alexander Lanovyy // Paper of National Transport University. – K.: NTU – 2014. – Vol. 28. P. 278-284.

2. Lanovyy O. Improving management transport system in the region "road of national and local levels – national and international traffic flows" / Lanovyy OT // Project management, systems analysis and logistics. Scientific journal. Vol. 9. – K.: NTU – 2012. – P. 102 – 107 (Ukr).

3. Lanovyy O. Productivity of public roads as a criterion for its functioning. Paper of National Transport University. – K.: NTU – 2011. – Vol. 21. P. 173-178 (Ukr).

4. Lanovyy O. Formation of modern socio-economic indicators for evaluating the effectiveness of investments in the development of transport systems / Lanovyy OT // Kommunalnoe hozyajstvo cities. K. : "Technics", Vol. 56, 2004, P. 65 – 73 (Ukr).

5. McConnell CR Экономыкs: Principles, Problems and Politics / McConnell CR, Brue SL.; [Trans. with the English. 11th ed.] – K., Hagar, 1998. – 785 p., Tab., Earl (Rus).

6. Lanovyy O. Forecasting macroeconomic efficiency of the network of public roads / Lanovyy OT // Proceedings of the Automobile and Road Institute: Scientific and the production of. Coll. / ADI National Technical University, Horlovks, 2005, № 1. – P. 27 – 30 (Ukr).

7. Lanovyy O. Market failure services for safe and efficient use of roads as a category of social and economic choice / Lanovyy OT // Collection. "Roads and road building», № 70, Kyiv, NTU, 2004. – P. 116 – 120 (Ukr).

8. Polischuk V., Lanovyy O. Practice methods evaluation of the efficiency functioning and need to the development of the network of roads. An international journal on operation of farm and agri-food industry machinery, vol. 14, № 3, Lublin – Kiev – Simferopol – Mykolaiv – Lviv – Rzeszow, 2012. P. 70 – 77 (Rus).

9. Holvuberr MA Trends prediction and the Economic development / Holvuberr MA, split VN – K.: Studies. thought, 1989. – 47 p. (Rus).

10. Lanovyy O. Determining an adequate level of funding for international road transport corridors Ukraine / Lanovyy OT // Project management, systems analysis and logistics. Science magazine. Vol. 5. – K.: NTU, 2008. – P. 329 – 333 (Ukr).

РЕФЕРАТ

Лановий О.Т. Визначення споживчої поведінки користувачів автомобільних доріг загального користування / О.Т. Лановий // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

В статті приведена мета дослідження, що полягає у підвищенні ефективності функціонування мережі автомобільних доріг на основі прогнозування попиту користувачів доріг на умови безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків, урахування вартості та термінів будівництва і витрат на утримання доріг, специфіки роботи дорожнього господарства, показників розвитку суспільства та економіки країни, а також у розробці методу формування системи управління функціонуванням та розвитком мережі автомобільних доріг загального користування України. Крім того розглянуті пояснення закону попиту користувачів на рух автомобільними дорогами у дорожніх умовах потрібної якості. Визначення споживчої поведінки користувачів автомобільних доріг є складовою шляху до побудови кривої попиту на дорожні умови потрібної якості – умови, що забезпечують безперервність, безпеку та зручність руху транспортних потоків. Розглянутий споживчий вибір користувача доріг та його бюджетне стримування. Крім того, теорія споживчої поведінки урахує економічну цінність часу, який є важливим економічним ресурсом.

Окрім того, проаналізовані так називані криві байдужості споживчої поведінки типового споживача за допомогою бюджетних ліній та кривих байдужості.

На основі проведених досліджень була розроблена методологія визначення ефективності роботи автомобільної дороги, що побудована на необхідності розрахунку транспортної цінності руху

як співвідношення між суспільними витратами на функціонування та розвиток мережі автомобільних доріг і вигодами користувачів – членів суспільства, які обрали конкретну дорогу замість альтернативного проїзду існуючою мережею автомобільних доріг, виходячи з кращих умов та безперервності руху, рівнів безпеки та зручності руху на підставі співвідношення об'ємів дорожнього руху як попиту на суспільний продукт, дорожніх витрат як пропозиції щодо забезпечення зручності дорожнього руху транспортних потоків із одночасним визначенням транспортної цінності руху, що відповідає цьому співвідношенню.

Отже, розглянуті теоретичні основи споживчої поведінки користувачів автомобільних доріг дозволили вперше отримати можливість побудови кривої попиту на рух автомобільною дорогою.

Зазначено, що запропоновані в дослідженні методики та їх досвідна реалізація можуть підтвердити свою дієвість у реальних умовах управління функціонуванням мережі автомобільних доріг Державним агентством автомобільних доріг України (Укравтодор).

КЛЮЧОВІ СЛОВА: МЕРЕЖА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ, УМОВИ БЕЗПЕРЕРВНОГО, БЕЗПЕЧНОГО ТА ЗРУЧНОГО РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ, БЮДЖЕТНІ ЛІНІЇ ТА КРИВІ БАЙДУЖОСТІ СПОЖИВЧОЇ ПОВЕДІНКИ ТИПОВИХ КОРИСТУВАЧІВ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ, КРИВІ ПОПИТУ НА ПРОЇЗД АВТОМОБІЛЬНОЮ ДОРОГОЮ.

ABSTRACT

Lanovyy O. Definition of consumer behavior of users of public roads. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

The article describes the purpose of the study is to improve the efficiency of the road network on the basis of demand forecasting road users on an uninterrupted, secure and convenient traffic flow, taking into account cost and construction time and costs for maintenance of roads, the specifics of the road sector, indicators of social development and the economy, as well as to develop a method of forming a control system functioning and development of the network of public roads in Ukraine. In addition, an explanation of the law are considered user demand for traffic on the road in the road conditions required quality. Definition of consumer behavior road users is a component towards a demand curve for road conditions required quality – on conditions that ensure continuity, security and convenience, traffic flow. Considered consumer choice by road and its budget constraint. In addition, the theory of consumer behavior into account the economic value of time, which is an important economic resource.

In addition, analyzed the so-called indifference curves consumer behavior typical consumer through budget lines and indifference curves.

Based on these studies was developed methodology for determining the efficiency of the road, which is based on the necessity of calculating the value of the transport movement as the ratio between the social cost of the operation and development of the road network and the benefits of users – members of society who have chosen a particular path instead of the alternative directions of the existing road network roads, based on the best conditions and continuity of movement, levels of safety and convenience of movement on the basis of the ratio of the volume of traffic as demand for social product, travel expenses as proposals to ensure the convenience of road traffic flow with simultaneous determination of the value of the transport movement, according to this ratio.

Thus, the theoretical foundations of consumer behavior road users allowed for the first time be able to construct the demand curve for movement by road.

Noting that the proposals in the study methodology and pilot implementation may prove to be effective in the real world control the operation of the road network of highways State Agency of Ukraine (Ukravtodor).

KEYWORDS: ROAD NETWORK, AN UNINTERRUPTED, SECURE AND CONVENIENT TRAFFIC FLOW, BUDGET LINE AND THE INDIFFERENCE CURVE CONSUMER BEHAVIOR OF TYPICAL ROAD USERS, THE DEMAND CURVE FOR ROAD TRAFFIC.

РЕФЕРАТ

Лановой А.Т. Определение потребительского поведения пользователей автомобильных дорог общего пользования / А.Т. Лановой // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье приведена цель исследования, заключающаяся в повышении эффективности функционирования сети автомобильных дорог на основе прогнозирования спроса пользователей дорог на условия непрерывного, безопасного и удобного движения транспортных потоков, учета стоимости и сроков строительства и расходов на содержание дорог, специфики работы дорожного

хозяйства, показателей развития общества и экономики страны, а также в разработке метода формирования системы управления функционированием и развитием сети автомобильных дорог общего пользования Украины. Кроме того, рассмотрены объяснения закона спроса пользователей на движение по автомобильным дорогам в дорожных условиях необходимого качества. Определение потребительского поведения пользователей автомобильных дорог является составляющей на пути к построению кривой спроса на дорожные условия необходимого качества – на условия, обеспечивающие непрерывность, безопасность и удобство движения транспортных потоков. Рассмотрен потребительский выбор пользователя дорог и его бюджетное сдерживание. Кроме того, теория потребительского поведения учитывает экономическую ценность времени, который является важным экономическим ресурсом.

Кроме того, проанализированы так называемые кривые безразличия потребительского поведения типичного потребителя с помощью бюджетных линий и кривых безразличия.

На основе проведенных исследований была разработана методология определения эффективности работы автомобильной дороги, которая построена на необходимости расчета транспортной ценности движения как соотношения между общественными затратами на функционирование и развитие сети автомобильных дорог и выгодами пользователей – членов общества, которые выбрали конкретную дорогу вместо альтернативного проезда существующей сетью автомобильных дорог, исходя из лучших условий и непрерывности движения, уровней безопасности и удобства движения на основании соотношения объемов дорожного движения как спроса на общественный продукт, дорожных расходов как предложения по обеспечению удобства дорожного движения транспортных потоков с одновременным определением транспортной ценности движения, соответствующий этому соотношению.

Таким образом, рассмотрены теоретические основы потребительского поведения пользователей автомобильных дорог позволили впервые получить возможность построения кривой спроса на движение по автомобильной дороге.

Отмечено, что предложенные в исследовании методики и их опытная реализация могут подтвердить свою действенность в реальных условиях управления функционированием сети автомобильных дорог Государственным агентством автомобильных дорог Украины (Укравтодор).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: СЕТЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ, УСЛОВИЯ НЕПРЕРЫВНОГО, БЕЗОПАСНОГО И УДОБНОГО ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ, БЮДЖЕТНЫЕ ЛИНИИ И КРИВЫЕ БЕЗРАЗЛИЧИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ТИПИЧНЫХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ, КРИВЫЕ СПРОСА НА ДВИЖЕНИЕ ПО АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГЕ.

АВТОР:

Лановий Олександр Тимофійович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, професор кафедри «Транспортні системи та безпека дорожнього руху», e-mail: al.lanovoy@gmail.com, тел. 0442804885, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 435.

AUTHOR:

Lanovyy Alexander T., Ph.D., associate professor, National Transport University, professor department “Transport systems and road safety”, e-mail: al.lanovoy@gmail.com, tel. +380442804885 Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 435.

АВТОР:

Лановой Александр Тимофеевич, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, профессор кафедры «Транспортные системы и безопасность дорожного движения», e-mail: al.lanovoy@gmail.com, тел. 0442804885, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 435.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Поліщук Володимир Петрович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри «Транспортні системи та безпека дорожнього руху»

Кисельов Володимир Борисович, доктор технічних наук, професор Академії муніципального управління, декан факультету «Управління міським господарством».

REVIEWERS:

Vladimir Petrovich Polishchuk, doctor of technical Sciences, Professor, national transport University, head of Department «Transportation systems and traffic safety»

Kiselev Vladimir Borisovich, doctor of technical Sciences, Professor of the Academy of municipal management, the Dean of the faculty of «urban Management».

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАМІЩЕННЯ ОСНОВНОГО ГАЗОВОГО ПАЛИВА ВУГЛЕКИСЛИМ ГАЗОМ

Лісовал А.А., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Свистун Ю.А., Національний транспортний університет, Київ, Україна
Нижник М.Є., Національний транспортний університет, Київ, Україна

EFFICIENCY OF MAIN REPLACEMENT GASEOUS FUELS WITH CARBON DIOXIDE

Lisoval A.A., Doctor of Technical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Svystun Yu.A., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Nyzhnyk M.Ye., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАМЕЩЕНИЯ ОСНОВНОГО ГАЗОВОГО ТОПЛИВА УГЛЕКИСЛЫМ ГАЗОМ

Лисовал А.А., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Свистун Ю.А., Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Нижник М.Е., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Вступ. Застосування в ДВЗ альтернативних палив, які б могли замінити традиційні палива нафтового походження та природний газ актуально на сьогодні. Альтернативою метану (природного газу) є гази, які добуті нетрадиційним методом або гази які закладені в нетрадиційних місцях. Такими газами можуть бути: біогази, шахтні, сланцеві та інші гази [1-3].

На відміну від природного газу (CH_4), в альтернативних газових паливах, крім метану, містяться інші негорючі речовини, очистка від яких дороговартісний і трудомісткий процес. Від вмісту негорючих часток залежать процеси сумішоутворення та характер згорання газового палива в циліндрах ДВЗ [1].

Використання альтернативних газових палив в газоелектричних установках з приводом від ДВЗ дозволяє розширити номенклатуру традиційних нафтових палив та зменшити викиди шкідливих речовин з відпрацьованими газами [4].

Аналіз попередніх досліджень. Проаналізовано за літературними джерелами різні методи нейтралізації відпрацьованих газів (ВГ) [5]. Широко поширений метод зовнішньої нейтралізації ВГ. Цей метод було порівняно на вітчизняних двигунах із штатною карбюраторною системою живлення та електронною системою впорскування палива. Більш ефективними нейтралізаторами вважаються трикомпонентні нейтралізатори. Ефективність цього методу залежить від сумішоутворення.

Метою є дослідження енергетичних показників та зменшення забруднення навколишнього середовища газовим двигуном при застосуванні газових палив з різним об'ємним відсотковим вмістом горючих речовин.

Об'єктом експериментальних досліджень був газовий двигун 8ГЧ10/8,8 номінальною потужністю 30 кВт з встановленим в системі випуску трикомпонентним каталітичним нейтралізатором, технічна характеристика, якого наведена в праці [6].

Автоматична система дозування газового палива, яка була розроблена і виготовлена спільно із НАН Інститутом Газу, яка була доповнена системою фізичного моделювання альтернативних газових палив.

Для створення моделі газового палива за основу було взято дві складові: горючу – CH_4 , та негорючу складову – вуглекислий газ (CO_2).

Принципова схема моторної установка зображена на рис. 1. Внесені зміни до системи живлення та системи випуску ВГ газового двигуна виділені жирним [7, 8].

Для того щоб змодельовати роботу на альтернативних паливах, газова система живлення була додатково обладнана додатковою газовою лінією подачі CO_2 .

Для хімічного аналізу відпрацьованих газів (ВГ) до і після нейтралізатора, було встановлено додаткові елементи відбору та транспортування проб ВГ газового двигуна.

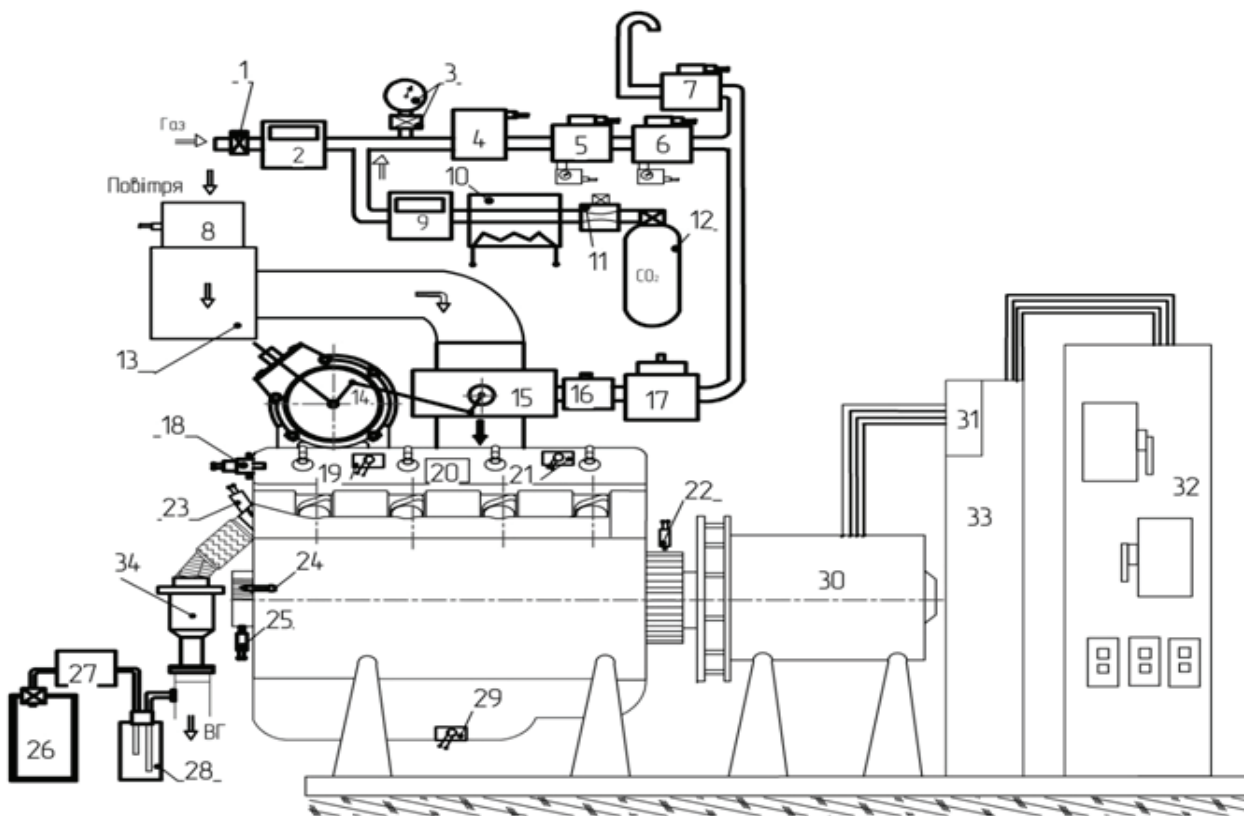


Рисунок 1 – Принципова схема моторної установки: 1 – двопозиційний газовий кран; 2, 9 – лічильники газу; 3 – мономер зі стравлювальним клапаном; 4 – фільтрувальний елемент; 5-7 – електромагнітні клапани; 8 – повітряний лічильник; 10 – нагрівач; 11, 17 – газові редуктори; 12 – балон з CO₂; 13 – повітряний ресивер; 14 – виконуючий механізм моделі StG 2010-SV; 15 – змішувач із дросельною заслінкою; 16 – регулятор складу суміші; 18 – тензодатчик тиску в циліндрі двигуна; 19, 20 – датчики температури охолодної рідини; 22 – датчик частоти обертання колінчастого вала; 23 – датчик температури ВГ; 24, 25 – мітка та датчик ВМТ; 26, 27, 28 – термопакет, насос та волого осушувач ВГ; 29 – датчик температури оливи; 30 – генератор ДГФ82-4Б; 31 – електронний регулятор фірми HEINZMANN; 32, 33 – реостати та шафа управління.

Предмет дослідження – енергетичні показники та концентрації шкідливих речовин у ВГ до і після каталітичного нейтралізатора, ефективність нейтралізації.

Методи дослідження – експериментальні, розрахунково-експериментальні.

Методика експериментальних досліджень. Дослідження двигуна 8ГЧ10/8,8 у складі газоелектричної установки і визначення його показників проводили згідно ДСТУ 4277:2004 «Норми і методи вимірювань вмісту оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів з двигунами, що працюють на бензині або газовому паливі».

Зміну навантаження на двигун і генератор здійснювали імітатором зовнішнього навантаження (реостатами) через шафу управління.

Подача CO₂ регулювалася відповідно стабільності роботи самої установки. Установка в нормальних умовах за допомогою ПІД-регулятора підтримує частоту обертання колінчастого вала 1500хв⁻¹. Стабільність роботи ПІД-регулятора, та його елементів перевірялась методом різкого накидання навантаження (до 100%) та скидання (до 0%).

Таким чином заміщували природний газ вуглекислим газом в межах до 40% [1].

Для хімічного аналізу ВГ до і після нейтралізатора проби були відібрані у термопакети. Хімічний аналіз ВГ був проведений в ДП «ДержавтотрансНДІпроект» за допомогою частково-поточної системи «МТ-010».

Результати досліджень. Виконали експериментальні дослідження на двигуні 8ГЧ10/8,8, який працював на чистому метані. У випускні систему газового двигуна було встановлено трикомпонентний каталітичний нейтралізатор. Відбір ВГ виконували до і після нейтралізатора при 0 %, 50 %, 100 % навантажень та для різних складів газоповітряної суміші, за постійної частоти обертання 1500 хв⁻¹.

За серією навантажувальних характеристик була визначена паливна економічність газового двигуна для різного складу паливо-повітряної суміші. Збіднення паливо-повітряної суміші покращує паливну економічність (рис.2).

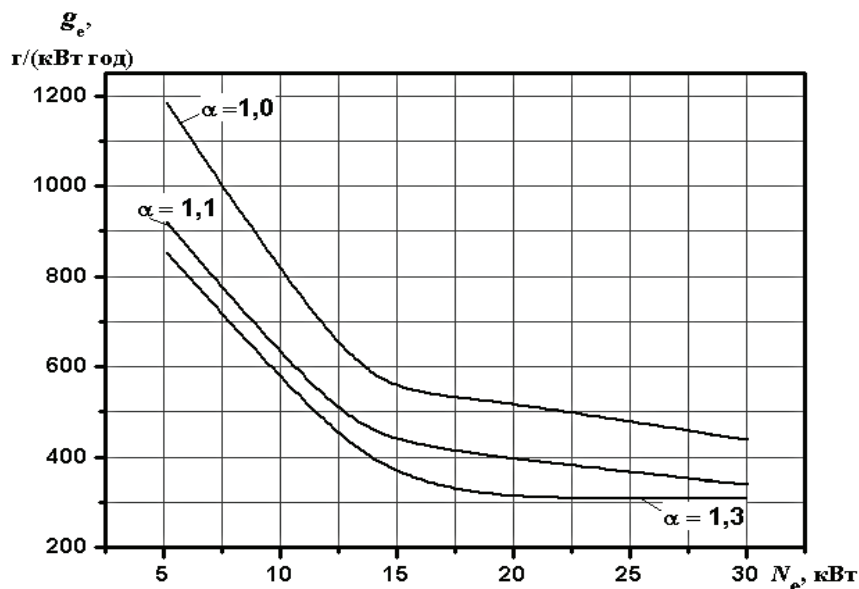


Рисунок 2 – Залежності питомих ефективних витрат газового палива від складу суміші та навантаження

Значення питомої ефективної витрати газового палива в залежності від складу суміші та навантаження зведені до табл. 1. Питома витрата газового палива на номінальному режимі при $\alpha = 0,98$ на 12% більше, а ніж при $\alpha = 1,17$ та на 14% при $\alpha = 1,3$.

Таблиця 1 – Питома ефективна витрата газового палива за ефективною потужністю газового двигуна

N_e , кВт	Питома ефективна витрата газового палива, г/(кВт·год)				
	$\alpha = 0,98$	$\alpha = 1$	$\alpha = 1,1$	$\alpha = 1,17$	$\alpha = 1,3$
5	1183,95	1065,84	919,86	832,24	854,09
12	643,59	638,95	496,45	460,53	449,24
15	540,81	506,58	432,86	421,82	360,82
19	528,22	468,25	401,15	376,6	304,6
29	450,34	415,23	347,98	344,16	310,61

В процесі експериментальних досліджень були визначені навантажувальні характеристики для сталої частоти 1500 хв^{-1} .

За допомогою регулятора складу суміші в режимах холостого ходу і малих навантажень двигун був відрегульований на, практично, стехіометричний склад паливоповітряної суміші ($\alpha \approx 1$) (рис.3,а). По мірі збільшення навантаження суміш збіднюється (коефіцієнт надміру повітря α зростає до $1,02 \dots 1,05$). В зоні великих навантажень суміш поступово збагачується і при повному навантаженні коефіцієнт надміру повітря $\alpha \approx 0,98$.

Побудовані характеристики паливної економічності та інші параметри двигуна, які відчутно змінювалися від збільшення навантаження. З газового аналізу ВГ, було побудовано характеристики концентрацій шкідливих речовин у ВГ за зміною потужності (рис.3, б).

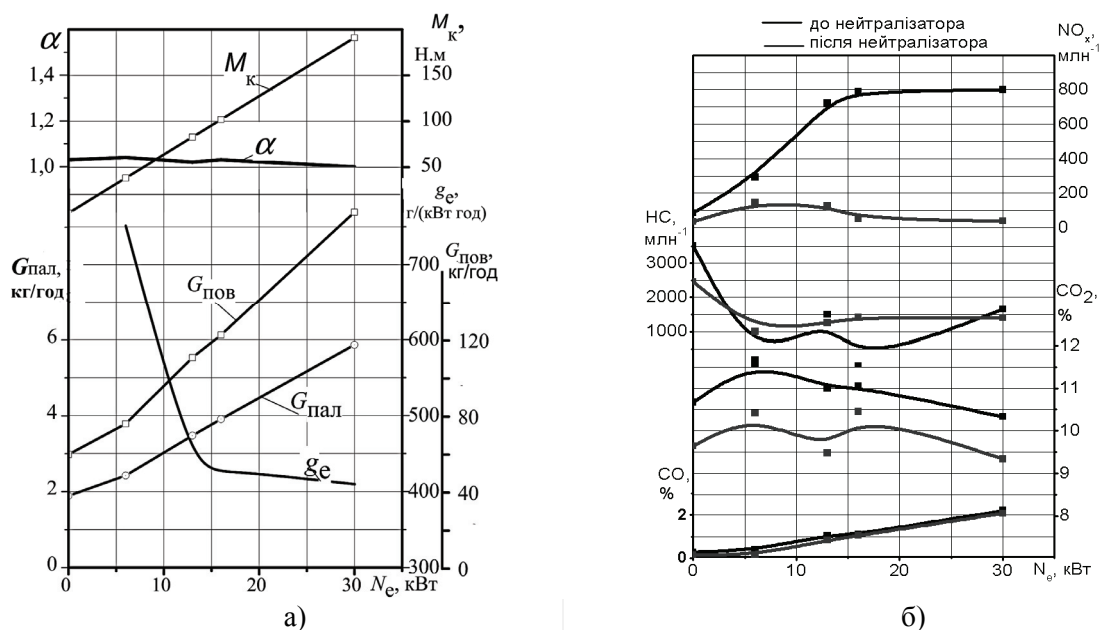


Рисунок 3 – Навантажувальна характеристика газового двигуна 8ГЧ10/8,8:
а) показники роботи двигуна; б) концентрації шкідливих речовин у ВГ.

Щоб дослідити ефективну роботу трикомпонентного каталітичного нейтралізатора, за відомою формулою (1), порахували його ефективність

$$E_i = \frac{K_{i\text{ вх}} - K_{i\text{ вих}}}{K_{i\text{ вх}}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

де $K_{i\text{ вх}}$ – концентрація шкідливих речовин на вході;

$K_{i\text{ вих}}$ – концентрація шкідливих речовин на виході.

Значення ефективності трикомпонентного каталітичного нейтралізатора занесли до таблиці 2, так як краща ефективність при стехіометричних сумішах щодо нейтралізації оксидів азоту (NO_x) та оксидів вуглецю (CO).

Таблиця 2 – Ефективність трикомпонентного нейтралізатора при $\alpha = 1$

	При навантаженні:		
	0%	50%	100%
$E_{\text{NO}_x}, \%$	59,7	93,4	95,2
$E_{\text{HC}}, \%$	42,8	5,4	5,8
$E_{\text{CO}}, \%$	30,2	20,6	44,5

Висновки. За результатами проведених випробувань можна стверджувати, що ефективність нейтралізації нейтралізатора краща при стехіометричних сумішах, але паливна економічність вища при збіднених сумішах, тому це ще раз підтверджує, те що потрібні додаткові дослідження, щодо індивідуальної настройки газового двигуна.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Лисовал А.А. Исследование работы газового двигателя на топливах с разным содержанием углекислого газа / А.А. Лисовал, М.Е. Нижник, Ю.А. Свистун // Двигатели внутреннего сгорания. – Х.: НТУ «ХПИ», 2014. – Вип. 2. – С. 8 – 12.
2. Васильев И.П. Методы нейтрализации вредных выбросов и парниковых газов при работе двигателей на альтернативных топливах/ И.П. Васильев // Двигатели внутреннего сгорания. – 2010. – № 2. – С. 91-95.

3. Канило П.М. Будущее автотранспорта – альтернативные топлива и канцерогенная безопасность [Электронный ресурс] / П. М. Канило, М. В. Сарапина // Автомобильный транспорт . - 2012. - Вып. 31. - С. 40-49.

4. Марков В.А. Работа дизелей на нетрадиционных топливах / В.А. Марков, А.И. Гайворонский, Л.В. Грехов, Н.А. Иващенко. – М.: Изд-во «Легион-Автодата», 2008. – 464 с.

5. Наукові основи зовнішньої та внутрішньоциліндрової нейтралізації токсидів відпрацьованих газів транспортних поршневих двигунів з примусовим запалюванням: звіт про НДР (проміжний) : / М-во освіти і науки України : Нац. транс-ний ун-т; кер. Гутаревич Ю.Ф. – № держреєстрації 0113U00947 С ; Інв. № 0213U008215. – К.: 2013. – 65 с.

6. Лісовал А.А. Дослідження каталітичного нейтралізатора відпрацьованих газів на двигуні MeM3-245 / А.А. Лісовал, О.В. Сирота, М.Є. Нижник, Є.В. Шуба // Вісник НТУ. – К.: НТУ – 2013. – Вип. 28.

7. Лісовал А.А. Моторна установка для індицирування робочого процесу газового двигуна / А.А. Лісовал, М.Є. Нижник // Вісник Національного транспортного університету: В 2-х частинах: Ч. 1. – К.: НТУ, 2012. – Вип. 26. – С. 159 – 165.

8. Лісовал А.А. Когенераційна установка з газовим двигуном / А.А. Лісовал, М.Є. Нижник, В.С. Вербовський // Водний транспорт. Збірник наукових праць. Київської держ. академії водного транспорту ім. Петра Конашевича-Сагайдачного. К.: КДАВТ, 2013. - №3 (18). – С. 51-55.

REFERENCES

1. Lisoval A.A. Issledovanie raboty gazovogo dvigatelya na toplivah s raznyim sodержaniem uglekislogo gaza / A.A. Lisoval, M.E. Nizhnik, Yu.A. Svistun // Dvigateli vnutrennego sgoraniya. – Н.: NTU «НПИ», 2014. – Vip. 2. – S. 8 – 12 (Rus).

2. Vasilev I.P. Metody neytralizatsii vrednyih vyibrosov i parnikovyih gazov pri rabote dvigateley na alternativnyih toplivah / I.P. Vasilev // Dvigateli vnutrennego sgoraniya. – 2010. – № 2. – S. 91-95 (Rus).

3. Kanilo P. M. Buduschee avtotransporta – alternativnyie topliva i kantserogennaya bezopasnost [Elektronniy resurs] / P. M. Kanilo, M. V. Sarapina // Avtomobilnyi transport . - 2012. - Vyip. 31. - S. 40-49 (Rus).

4. Markov V.A. Rabota dizeley na netraditsionnyih toplivah / V.A. Markov, A.I. Gayvoronskiy, L.V. Grehov, N.A. Ivaschenko. – М.: Izd-vo «Legion-Avtodata», 2008. – 464 s (Rus).

5. NaukovI osnovi zovnlshnoYi ta vnutrlshnotsilndrovoYi neytrallzatsIYi toksidlv vldpratsovanih gazlv transportnih porshnevih dvigunlv z primusovim zapalyuvannyam: zvlt pro NDR (promlzhniy) : / M-vo osvlti i nauki UkraYini : Nats. trans-niy un-t; ker. Gutarevich Yu.F. – № derzhreestratsIYi 0113U00947 С ; Inv. № 0213U008215. – К.: 2013. – 65 s (Ukr).

6. Lisoval A.A. Dosldzhennya katalitichnogo neytrallzatora vldpratsovanih gazlv na dviguni MeMZ-245 / A.A. Lisoval, O.V. Sirota, M.E. Nizhnik, E.V. Shuba // Vlsnik NTU. – К.: NTU – 2013. – Vip. 28 (Ukr).

7. Lisoval A.A. Motorna ustanovka dlya Inditsiruvannya robochogo protsesu gazovogo dviguna / A.A. Lisoval, M.E. Nizhnik // Visnik Natsionalnogo transportnogo unIversitetu: V 2-h chastinah: Ch. 1. – К.: NTU, 2012. – Vip. 26. – S. 159 – 165 (Ukr).

РЕФЕРАТ

Лісовал А.А. Ефективність заміщення основного газового палива вуглекислим газом / А.А. Лісовал, Ю.А. Свистун, М.Є. Нижник // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

В статті розглянуто експериментальні дослідження на двигуні 8ГЧ10/8,8 із зовнішньою нейтралізацією шкідливих речовин.

Метою досліджень є визначення енергетичних показників та зменшення забруднення навколишнього середовища газового двигуна при застосуванні газових палив з різним об'ємним відсотковим вмістом горючих речовин.

Об'єктом експериментальних досліджень була газоелектрична установка номінальною потужністю 30 кВт, що має в складі газовий двигун, з встановленим в системі випуску трикомпонентним каталітичним нейтралізатором.

Предмет дослідження – паливна економічність та концентрації шкідливих речовин у ВГ до і після каталітичного нейтралізатора, ефективність нейтралізації.

Методи дослідження – експериментальні, розрахунково-експериментальні.

Для нейтралізації шкідливих речовин, на випускnu систему двигуна 8ГЧ10/8,8 було встановлено трикомпонентний каталітичний нейтралізатор. В статті описано схему експериментальної установки, яка дозволила визначити основні енергетичні та екологічні показники газового двигуна.

Перед дослідженням на двигуні 8ГЧ10/8,8 було виставлено відповідний коефіцієнт надміру повітря за допомогою регулятора складу суміші.

Експериментально визначені навантажувальні характеристики при 0%, 50%, 100%. Визначено ефективність нейтралізації нейтралізатора при цих навантаженнях.

За результатами проведених випробувань можна стверджувати, що ефективність нейтралізації трикомпонентного нейтралізатора встановленого в системі випуску залежить від складу суміші. Дослідження показали, що ефективність нейтралізатора вища при стехіометричному складі суміші. Зроблені висновки, що до дослідження. Даний вид нейтралізатора можна використовувати для покращення екологічності газового двигуна

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ДВИГУН ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ, ІСКРОВЕ ЗАПАЛЮВАННЯ, ЗОВНІШНЯ НЕЙТРАЛІЗАЦІЯ, ВІДПРАЦЬОВАНІ ГАЗИ.

ABSTRACT

Lisoval A.A., Svistun Yu.A., Nyzhnyk M.Ye. Efficiency of main replacement gaseous fuels with carbon dioxide. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

In the article of the experimental research on the engine 8GCH10/8.8 external neutralization of harmful substances.

The purpose of research is to determine energy performance and reduce pollution of the gas engine when using gaseous fuels with varying volumetric percentage of combustible materials.

The object of experimental research was gas-electrical setting with the nominal capacity of 30 kW, which has composed gas engine with installed in the exhaust system ternary catalytic converter.

Purpose of the study - fuel economy and concentration of pollutants in the EG before and after the catalytic converter efficiency of neutralization.

Methods of experimental research. To neutralize harmful substances in the engine 8GCH10 / 8.8 in exhaust system was installed three-component catalytic converter. The article describes the scheme of the experimental setup, which allowed to identify the main energy and environmental performance of gas engine.

Prior research on this engine 8GCH10/8.8 was adjusted air ratio with by of the regulator composition of the mixture.

Experimentally determined loading characteristics at 0%, 50%, 100%. Efficiency neutralization neutralizer counted in these activities engine.

According to test results could be argued that the effectiveness neutralize the catalyst installed in the exhaust system, depending on the composition of the mixture.

Studies have shown that greater efficiency of the catalytic converter with stoichiometric mixture.

Conclusions. This type of converter can be used to improve the environmental performance of gas engine.

KEYWORDS: INTERNAL COMBUSTION ENGINE, SPARK IGNITION, EXTERNAL NEUTRALIZATION, EXHAUST GASES.

РЕФЕРАТ

Лисовал А.А. Эффективность замещения основного газового топлива углекислым газом / А.А. Лисовал, Ю.А. Свитун, М.Е. Нижник // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье рассмотрены экспериментальные исследования на двигателе 8ГЧ10/8,8 с внешней нейтрализацией вредных веществ.

Целью исследований является определение энергетических показателей и уменьшение загрязнения окружающей среды газового двигателя при применении газовых топлив с различным объемным процентным содержанием горючих веществ.

Объектом экспериментальных исследований была газoeлектрическая установка с номинальной мощностью 30 кВт, что имеет в составе газовый двигатель, с установленным в системе выпуска трехкомпонентный каталитический нейтраллизатор.

Предмет исследования - топливная экономичность и концентрации вредных веществ в ОГ до и после каталитического нейтраллизатора, эффективность нейтрализации.

Методы исследования - экспериментальные, расчетно-экспериментальные.

Для нейтрализации вредных веществ, на выпускную систему двигателя 8ГЧ10/8,8 было установлено трехкомпонентный каталитический нейтрализатор. В статье описана схема экспериментальной установки, которая позволила определить основные энергетические и экологические показатели газового двигателя.

Перед исследованием на двигателе 8ГЧ10/8,8 был выставлен соответствующий коэффициент избытка воздуха с помощью регулятора состава смеси.

Экспериментально определены нагрузочные характеристики при 0%, 50%, 100%. Определена эффективность нейтрализации нейтрализатора при этих нагрузках.

По результатам проведенных испытаний можно утверждать, что эффективность нейтрализации трехкомпонентного нейтрализатора установленного в системе выпуска зависит от состава смеси. Исследования показали, что эффективность нейтрализатора выше при стехиометрическом составе смеси. Сделаны выводы, что к исследованию. Данный вид нейтрализатора можно использовать для улучшения экологичности газового двигателя

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ, ИСКРОВОЕ ЗАЖИГАНИЕ, ВНЕШНЯЯ НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ, ОТРАБОТАВШИЕ ГАЗЫ.

АВТОРИ:

Лисовал Анатолий Анатолійович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри двигунів та теплотехніки, e-mail: li-dvz@bigmir.net, тел. +380988222541, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 303а.

Свистун Юрій Анатолійович, Національний транспортний університет, аспірант кафедри двигунів та теплотехніки, e-mail: svystun_yurec@ukr.net, тел. +380978699878, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 303а.

Нижник Максим Євгенович, Національний транспортний університет, аспірант кафедри двигунів та теплотехніки, e-mail: Free-time@bigmir.net, тел. +380677614117, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 303а.

AUTHORS:

Lisoval Anatolii A., Doctor of Technical Science, Professor, National Transport University, Professor of the Department of engines and heat engineering, e-mail: li-dvz@bigmir.net, tel. +380988222541, Ukraine, 01010, Kyiv, 1 Suvorova St., of. 303a.

Svistun Yuriy Anatolievich, National Transport University, Postgraduate Student of the Department of engines and heating engineering, e-mail: svystun_yurec@ukr.net, тел. +380978699878, Ukraine, 01010, Kyiv, 1 Suvorova St., of. 303a.

Nyzhnyk Maksym Ye., National Transport University, Postgraduate Student of the Department of engines and heating engineering, e-mail: Free-time@bigmir.net, tel. +380677614117, Ukraine, 01010, Kyiv, 1 Suvorova St., of. 303a.

АВТОРЫ:

Лисовал Анатолий Анатольевич, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, профессор кафедры двигателей и теплотехники, e-mail: li-dvz@bigmir.net, тел. +380988222541, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 303а.

Свистун Юрий Анатольевич, Национальный транспортный университет, аспирант кафедры двигателей и теплотехники, svystun_yurec@ukr.net, тел. +380978699878, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 303а.

Нижник Максим Евгеньевич, Национальный транспортный университет, аспирант кафедры двигателей и теплотехники, e-mail: Free-time@bigmir.net, тел. +380677614117, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 303а.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Гутаревич Юрій Фіодосійович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри двигунів і теплотехніки м. Київ, Україна.

Клименко Олексій Андрійович, кандидат технічних наук, заступник завідувача лабораторії дослідження палив та екології ДП «ДержавтотрансНДІпроект», м. Київ, Україна.

REVIEWERS:

Gutarevich Yu. F., Doctor of Technical Science, Professor, National Transport University, Head of of engines and heating engineering department, Kyiv, Ukraine.

Klymenko O.A., Ph.D., Deputy director of the Research laboratory of fuels and ecology SE "DerzhavtotransNDIproekt", Kyiv, Ukraine.

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ
ОРГАНІЗАЦІЇ КОНТРЕЙЛЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ У СВІТІ

Литвин О.В., Національний транспортний університет, Київ, Україна

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF EXISTING PIGGYBACK SYSTEMS WORLDWIDE

Lytvyn O.V., National Transport University, Kyiv, Ukraine

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ
ОРГАНИЗАЦИИ КОНТРЕЙЛЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК В МИРЕ

Литвин О.В., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми. За останні роки у країнах Центральної та Східної Європи збільшився обсяг вантажних перевезень, які здійснюються комбінуванням декількох видів транспорту. Це пов'язано з підписанням міжнародних угод, спрощенням митних процедур для країн-учасниць та створенням відповідної нормативно-правової бази з питань міжнародних змішаних перевезень. В країнах Європейського Союзу частка інтермодальних, а саме автомобільно-залізничних перевезень становить 11-17 % від загального обсягу перевезень вантажів.

В Україні в не повній мірі використовується даний вид перевезень, на жаль. Причиною тому є недосконала законодавча база та низький рівень мотивації перевізників. Хоча з іншого боку використання контрейлерного сполучення при міжнародних перевезеннях вантажів саме для України може вирішити ряд поточних проблем:

- проблему завантаженості автомобільних доріг,
- проблему обмеженої кількості дозволів на перевезення, у тому числі і транзитних,
- зменшення аварійності та порушень правил дорожнього руху,
- проблему перевезення великогазових та небезпечних вантажів,
- підвищення транзитного потенціалу країни з найменшими витратами.

Крім того, потенціал України у сфері контрейлерних перевезень дійсно досить великий, по-перше – це напрямки руху, хоча можливості і обмежені колією 1520 мм, країни до яких можна здійснювати перевезення без зміни ширини колії досить перспективні: це Росія, Казахстан, Польща та країни Балтії. Тому аналіз досвіду використання контрейлерних перевезень у міжнародному сполученні є необхідним та першим етапом у процесі удосконалення транспортної системи України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій по темі дослідження. Питанням розвитку контрейлерних перевезень присвячена велика кількість наукових робіт, статей та публікацій, зокрема, в свої працях розглядали такі автори: Н.А. Нефедов, Т.В. Харченко, Н.В. Пономарьова, Л.Н. Матюшин, Б.Н. Стрекалов, Ю.О. Сілантьєва. Доставку вантажів з використанням технологій контрейлерних перевезень досліджували такі вчені як: Восвудський Е. М., Мироненко В.К., Воркут А.І., Нагорний Є. В., Постан М.Я., Правдін Н.В. та ін. Аналіз організації закордонних автомобільно-залізничних перевезень вантажів у спільній роботі Ширяєвої С.В. та Кондрад Т.І. показав необхідність подальшого залучення міжнародного досвіду організації змішаних вантажних перевезень до умов українського ринку транспортних послуг [4]. Розроблена технологія для експлуатації на залізницях як колії 1520 мм, так і колії 1435 мм в роботі Котенко А.М. доводить доцільність для інтеграції залізниць України до міжнародної транспортної мережі та подальшого розвитку вантажних перевезень міжнародними транспортними коридорами, формування мережі регулярних контрейлерних перевезень в межах «простору 1435 мм і 1520 мм» [5]. Лючков Д.С. довів доцільність використання контрейлерного сполучення у рамках зовнішньо-економічної діяльності України.

Виклад основного матеріалу дослідження.

На сьогоднішній день розроблено чимало систем доставки вантажів комбінованими видами транспорту [15]. Зразковий їх розвиток – в Австрії і Швейцарії. Гірські перевали простіше і надійніше «брати», не карабкаючись по серпантинах вузьких доріг, а проходячи наскрізні тунелі залізничних сполучень на стійких спеціальних платформах. У світовій практиці існує два принципи організації контрейлерного руху. Перший, коли сидельні тягачі тільки доставляють свої причеми до місця вантаження і залишають їх на товарній станції. На станції призначення фуру зустрічає вже інший тягач, який доставляє вантаж безпосередньо вантажоодержувачеві. В цьому випадку

експедитор повинен домовлятися з двома автоперевізниками. Крім того, необхідне спеціальне устаткування, контейнерні станції мають бути обладнані спеціальними вантажними рампами. Є і другий принцип, коли на спеціальні платформи вантажиться весь автопоїзд в зчепленні, що припускає включення в залізничний вантажний склад ще і пасажирських вагонів для водіїв. Після прибуття на станцію призначення автофургони вивантажуються і слідує безпосередньо до місця вантаження-вивантаження своїм ходом. Інтенсивне впровадження контейнерних перевезень в розвинених країнах (США, Канада, Німеччина і ін.) почалося 30- 40 років тому, щорічний приріст цих перевезень складає близько 20%. З метою збереження чистоти атмосфери, навколишнього середовища, автошляхів Урядами Європейських країн приділяється значна увага розвитку таких перевезень. Залізничному транспорту за здійснені контейнерні перевезення надається державна фінансова дотація, оскільки такі перевезення для залізничного транспорту є збитковими.

Відомі такі системи, як RoLa (Rollende Lantrasse) на залізничних платформах зі зниженою підлогою та горизонтальним методом навантаження-розвантаження Ro-Ro (roll-on-roll-off), Flexiwaggon (Швеція), CargoBeamer (Німеччина), CargoSpeed (Велика Британія), Modalohr (Франція) автоматизоване, паралельне, швидке перевантаження товарів, режим не супроводжувальних перевезень – MegaSwing (Швеція). Далі розглянемо більш детально, кожну з наведених систем.

Перша – відома система транзитних залізничних перевезень через Альпи RoLa (Rollende Lantrasse - рухомий шлях). Це перевезення автотранспортних засобів на залізничних платформах зі зниженою підлогою з використанням горизонтального методу навантаження-розвантаження Ro-Ro (roll-on-roll-off), коли автотранспортні засоби самі в'їжджають на залізничну платформу чи з'їжджають з неї. Перевагами такого завантаження є можливість паралельного завантаження-вивантаження кожного окремого вагона у складі поїзда та можливість проведення відкриття-закриття по обидві сторони терміналу.

Розглянемо технологічний аспект цієї системи. Конструкція передбачає стандартний вагон, який складається з двох опорних рамп і трьох стандартних візків. Опорні рампи з'єднані на середньому відсіку. На кожній рампі є поворотна платформа і пристрій кріплення. Вагон є зчленованим і симетричним з двома завантажувальними платформами.

Характеристика рухомого складу:

- швидкість руху – до 120 км/год;
- колеса діаметром 957 мм;
- довжина 32 м,
- вага – 42т;
- стандартні зчіплювальні пристрої;
- завантажувальні поворотні платформи.

Система Rollende Lantrasse зображена на рис. 1.



Рисунок 1 – Система RoLa (Rollende Lantrasse)

Також існує техніка RoLo(lift-on-lift-off) – піднімальна техніка навантаження за допомогою кранів. Дана техніка широко застосовується в Європі для несупровідних причепів, має універсальну платформу та сидлоподібний профіль підлоги з кишенями для коліс транспортного засобу. Використовується для знімних кузовів і контейнерів.

Система призначена для транспортування автопоїздів на залізничній платформі зі зниженою підлогою. Навантаження-розвантаження транспортного засобу здійснюється своїм ходом з кінця транспортного засобу, а кріплення транспортного засобу на платформу здійснюють водії самостійно шляхом установки під колеса відкотного пристрою. Швидкість руху транспортного засобу по платформі – до 20 км/год.

Проте така система істотно знижує експлуатаційні характеристики рухомого складу, що необхідно враховувати при виборі системи перевезення.

Використання даних систем дозволило європейським перевізникам скоротити час на формування контейнерного потягу до 40 хв. За останніми технічними нормами вимоги до контейнерних перевезень такі:

- час очікування автотранспортного засобу – не більше 20 хвилин;
- час на формування потягу – не більше 1 години;
- час зміни колії – мінімальний;
- легкий доступ до терміналів автошляхами та залізницею;
- максимальний час перетину кордону – 20 хвилин для поїзда.

В Європі також широко застосовуються наступні системи доставки вантажів такі як, технологія Flexiwagon, що пристосована до специфічних потреб шведського транспорту. Платформа обертається гідравлічно. Процес її управління повністю автоматизований. Водію вантажівки залишається лише натиснути на кнопку. Жодне устаткування та спеціальний термінал не потрібен. Flexiwagon може рухатися зі швидкістю до 160 км/ год. Завантаження або вивантаження всієї партії у поїзд займає 7 хвилин. Вантажно-розвантажувальні роботи можуть проводитися у будь-якому місці. Єдиною вимогою є міцність основ, вони мають витримати вагу автомобіля. Flexiwagon може завантажити 50 тонн порівняно з 42 т, що пропонують подібні системи. Навантаження за обсягом також вище, оскільки платформа Flexiwagon є нижчою та має поліпшену прохідності уздовж рейки.

Технологічний процес системи Flexiwagon зображено на рис. 2



Рисунок 2 – Технологія Flexiwagon

CargoBeamer (нім. – поїзд для перевезення вантажів) сполучає в собі автоматизоване, паралельне, швидке і недороге перевантаження товарів між автомобільним транспортом і залізницею. Використовується сидельна платформа з висотою підлоги 200 мм і діаметром коліс 920 або 950 мм.

Напівпричіп устновлюється на піддоні, який витягується на платформу електричною тягою. Одночасно піддон з причепом завантажується у протилежну сторону. Жорсткою умовою для даної системи є необхідність точного позиціонування поїздів на терміналі. Паралельне, автоматизоване горизонтальне перевантаження сидельно-зчіпних пристроїв здійснюється в такій послідовності:

- сидельний автопоїзд під'їжджає до КаргоГейту;
- сидельний автопоїзд в'їжджає в приставку вагону;
- зняття вантажу з причепа на приставці вагону;
- прийом поданого вантажу;
- тягач покидає КаргоГейт;
- вантаж в режимі очікування на КаргоДжете;
- КаргоДжет прибуває на КаргоГейт;
- старт горизонтального переміщення;
- паралельна горизонтальна перевалка вантажів;
- кінець горизонтального переміщення;
- КаргоДжет покидає КаргоГейт;

Дана система проходила випробування на терміналі у місті Лейпциг, швидкість руху сягає до 120 км/год. Рухомий склад має бути обладнаний спеціальною поворотною платформою та гідравлічним обладнанням. Система дозволяє перевозити як автопоїзди, так і напівпричепи та контейнери. Основними перевагами системи є висока продуктивність та можливість швидкого завантаження усього поїзда. Складність в експлуатації даної системи полягає у необхідності наявності тягових механізмів для платформи та відповідного гідравлічного обладнання. Система характеризується високою вартістю перевезення. Технологія системи CargoBeamer зображена на рис. 3.

Прототип системи CargoSpeed був представлений в 2004. Система знижує витрати на залізничні / автомобільні перевезення і збільшує швидкість роботи з терміналами. За допомогою цього у два рази знижується економічна беззбитковість для інтермодальних вантажних перевезень. Зниження витрат при такій системі перевезення в порівнянні з звичайними методами становить 30 %. Для завантаження/вивантаження використовується спеціальна платформа (wellfloor) для фургона, а також відповідний механізм для підйому і повороту платформи (рис. 4). Система потребує наявності терміналу для більш ефективної роботи.



Рисунок 3 – Технологія CargoBeamer



Рисунок 4 – Система CargoSpeed, платформа wellfloor та підйомний механізм

Великий Т-подібний пристрій піднімає платформу вгору і обертається горизонтально. Вантажівка перетинає платформу і від'єдує напівпричіп. Т-подібний пристрій піднімає платформу, і встановлює на залізничні вагони. Аналогічно здійснюється і процес розвантаження. На разі проводяться випробування з поліпшення використання та полегшення розповсюдження технології. Проте на сьогоднішній день система вже довела свою конкурентоспроможність на ринку у порівнянні з подібними системами.

Modalohr на сьогодні використовується в режимі не супроводжувальних перевезень. Особливістю системи є потреба у відповідно обладнаному терміналі. Дана технологія є розробкою французької компанії Lohr. Вона пропонує можливість послідовного навантаження. Платформа, що завантажується, обертається навколо середини фургона (рис.5). Шість фургонів можуть вміщувати шість напівпричіпів, або чотири автопоїзда. Можливість здійснення перевезень як окремих напівпричіпів, так і автопоїздів надає цій системі велику перевагу у порівнянні з вище названими системами.

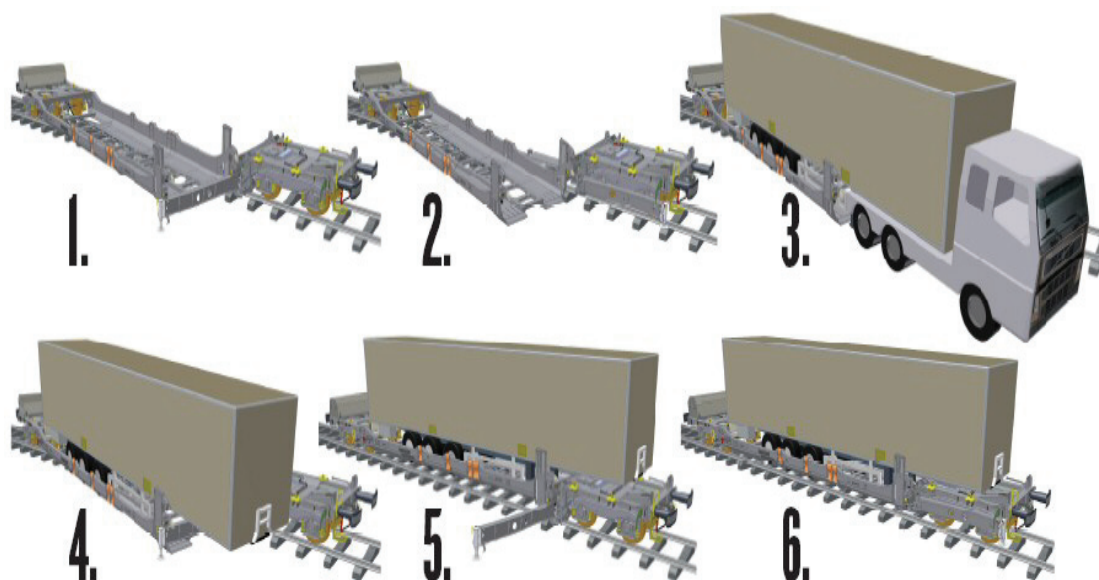


Рисунок 7 – Технологія MegaSwing

Перевантаження відбувається по горизонталі (Ro/Ro). Для процесу навантаження і розвантаження, необхідно щоб один із співробітників стежив за процесом перевалки та роботою гідравліки. Є два типи платформи Single (маса – 24 т, довжина - 19,5 м) та DUO (6 - осьовий) універсал. Особливостями системи є простота в експлуатації, відсутність необхідного точного позиціонування платформи по фронту навантаження/розвантаження транспортного засобу та висока продуктивність.

Далі наводимо порівняльну характеристику наведених вище систем (табл.1)

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика систем перевезення вантажів у Європі

Ознаки \ Система	Cargo Speed	Flexi waggon	Mega swing	Cargo Beamer	Modalohr
Максимальна швидкість	120 км/год				
Час перевантаження	5 хв	10 хв	5 хв	5 хв	5 хв
Кількість модулів у складі автопоїзда	42	35	42	32	40
Вид навантаження	Горизонтальне				
Паралельне завантаження/розвантаження	В наявності				
Перевантаження на терміналі	так	ні	ні	так	так
Потреба у кваліфікованому персоналі	так	так	так	ні	ні
Максимальна допустима вага	38,5 тонн	44 тонни	38,5 тонн	44 тонни	38 тонн
Максимальне число напівпричепів (максимальна довжина поїзда 620м.)	33	27	33	31	36
Вартість платформ (EUR)	120000	175 000	-	105 000	355 000
Вартість терміналу(млн EUR)	2,3	-	-	1,2	3

Використання однієї з наведених систем при виконанні контрейлерних перевезень суттєво зменшує витрати часу на формування контрейлерного потягу, що суттєво впливає на термін доставки вантажу до одержувача. Безумовно впровадження однієї з наведеної вище системи потребує великих капіталовкладень, але вигоди, які отримає транспортна галузь України безперечно більші.

Висновки. За критерієм вартості найбільш вигідними є системи CargoBeamer та Flexiwaggon, але вони є мало розвинутими і технологічно призначені для перевезення або окремо автопоїздів або окремо напівпричепів. В Україні доцільніше розглянути питання про впровадженню системи Modalohr, яка пристосована для перевезення і як окремих напівпричепів, так і автопоїздів, а також має розгалужену мережу діючих маршрутів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Нефедов Н.А., Харченко Т.В., Пономарева Н.В. Применение контрейлерных поездов при международных перевозках грузов // Сб. науч. трудов. – Харьков: ХНАДУ, 2003. – Вып. 21. – С.90-92
2. Кирпа, Г. М. Підвищення ефективності використання рухомого складу для інтенсифікації перевезень у міжнародному сполученні / Г. Н. Кирпа // Праці Західного науц. центру ТАУ: Проектування, виробництво та експлуатація транспортних засобів і поїздів. – 2006. – № 13. – С. 40-50.
3. Сілантьєва Ю. О. Підвищення ефективності контрейлерних перевезень: Дис. канд. техн. наук: 05.22.01 / Національний транспортний ун-т. — К., 2003. — 130арк. — Бібліогр.: арк. 112-121
4. Ширяєва С. В. Аналіз закордонного досвіду організації автомобільно-залізничних перевезень вантажів / С. В. Ширяєва, Т. І. Конрад // Управління проектами, системний аналіз і логістика. Технічна серія. - 2012. - Вип. 10. - С. 292-297.
5. Котенко А.М., Шевченко В.І., Шилає П.С. Математичне моделювання руху комбінованих поїздів// Збірник наукових праць УкрДАЗТ, 2010, вип. 113
6. Кирпа Г.Н. Организация контрейлерных перевозок в Украине.-Днепропетровск: Арт-Пресс, 1998.-132 с.
7. Матюшин Л.Н., Стрекалов Б.Н. Комбинированные перевозки – технология будущего // Вестник ВНИИЖТ. – 1998. – №3. – С.28-32.
8. Кирпа Г.Н., Демин Ю.В. О возможных путях развития комбинированных перевозок грузов в Украине// Праці Західного наукового центру ТАУ: Проектування, виробництво та експлуатація транспортних засобів і поїздів. – 1995, т. 2. – С. 64-66.
9. Зінько Р.В., Маковейчук О.М., Ульященко В.Г. Графова інтерпретація задачі контрейлерних перевезень // НАУКОВИЙ ВІСНИК НЛТУ України : Збірник науково-технічних праць.–Львів : НЛТУ України. – 2007. – Вип. 17.4. – 300 с.
10. Кірка Г.М., Підвищення ефективності використання рухомого складу для інтенсифікації перевезень у міжнародному сполученні. // Праці Західного наукового центру ТАУ: Проектування, виробництво та експлуатація транспортних засобів і поїздів. – 2006, № 13. – С. 40-50.
11. Стецько А.А. Аналіз сучасних рішень для інтероперабельних та інтермодальних перевезень. Журнал «Екужт 2009 Проблемы экономики и управления на железнодорожном транспорте»
12. Куренков П.В., Котляренко А.Ф. Внешнеторговые перевозки в смешанном сообщении. Экономика. Логистика. Управление. – Самара: МПС, "Самарская ГАПС", 2002. – 628 с.
13. Баланов В. О. Розвиток контрейлерних перевезень в Україні та досвід перевезень в європейських країнах / В. О. Баланов // Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. Транспортні системи та технології перевезень. - 2012. - Вип. 4. - С. 5-8.
14. Демін, Ю. В. Технічне забезпечення контрейлерних перевезень міжнародними коридорами України / Ю. В. Демін, Г. М. Кирпа // Залізнич. трансп. України. – 1997. – № 1. – С. 28-32.
15. Чубуков А. В. Организации контрейлерных перевозок в России и в мире : статья / Чубуков А. В. // Известия Петербургского университета путей сообщения. - СПб Санкт-Петербург: ПГУПС. - 2010. - Вып. 2 (23). - С. 36-46.

REFERENCES

1. Nefedov N.A., Kharchenko T.V., & Ponomareva N.V. Application piggyback trains for international shipping. Collected Works. Kharkov: HNADU, 2003. No. 21. P.90-92. (Rus)
2. Kirpa G.N. Organization piggyback in Ukraine. Dnepropetrovsk: Art Press, 1998. P. 32. (Rus)
3. Silantiev J. A. Improving the efficiency of piggyback transport: Dis. candidate. Sc. sciences: 05.22.01, National Transport University. K., 2003. P. 112-121. (Ukr)

4. Shiryayeva S.V. Konrad T.I. Analysis of foreign experience of road and rail transport of goods. Project management, systems analysis and logistics, 2012 No.10, P.292-297.(Ukr)
5. Kotenko A.M, Shevchenko V.I., & Sheila P.S. Mathematical modeling the combined train movement. Proceedings UkrDAZT, 2010. No. 113. (Ukr)
6. Kirpa G.N. Organization piggyback transport in Ukraine. Dnepropetrovsk : Art Press, 1998. P. 132. (Ukr)
7. Matyushin L.N., Strekalov B.N. Combined transport - technology of the future. Herald VNIIZhT, 1998. No. 3. P.28-32. (Rus)
8. Kirpa G.N., Demyn O.H. About the possible development of combined transport of goods in Ukraine. Proceedings of the Western Science Center SAU : Design, manufacture and operation of vehicles and trains, 1995. No. 2 . P. 64-66. (Rus)
9. Zinko R.V. Makoveychuk O.M. & Ulyaschenko V.G. Graph interpretation problem of piggyback transport. Collected Works of the National Forestry University of Ukraine: Collection of scientific and technical works. Lviv: National Forestry University of Ukraine, 2007. No. 17.4. P. 300. (Ukr)
10. Kirpa G.M., Improved utilization of rolling stock for the intensification of transport in international traffic Proceedings of the Western Science Center SAU : Design, manufacture and operation of vehicles and trains, 2006. No. 13. P. 40-50. (Ukr)
11. Stetsko A.A. Analysis of modern solutions for interoperable and intermodal transport. Экузht Problems of Economics and management at railroad transport, 2009. (Ukr)
12. Kurenkova P.V., Kitlyarenko A.F. Foreign intermodal transportation in combine connection. Economy. Logistics. Management. Samara, 2002. P. 628. (Rus)
13. Balanovo V.O. Piggyback development in Ukraine and experience traffic in Europe. Collected works of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after academician V. Lazaryan. Transport systems and transportation technology, 2012. No. 4. P. 5-8. (Ukr)
14. Demina Y.V., Kirpa G.M. Technical support piggyback transportation by international corridors of Ukraine Railway transport, 1997. No.1. P. 28-32. (Ukr)
15. Chubukov A.V. Organization piggyback transport in Russia and in the world. Proceedings Petersburg's University lines of communication. St. Petersburg: PHUPS, 2010. No. 2 (23). P. 36-46. (Rus)

РЕФЕРАТ

Литвин О.В. Порівняльна характеристика існуючих систем організації контейнерних перевезень у світі / О.В. Литвин // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

У статті розглядається перспективи розвитку контейнерних перевезень в Україні та наявні системи організації даних перевезень у світі, технологія їх здійснення.

Об'єкт дослідження – є системи організації контейнерних перевезень вантажів у міжнародному сполученні, що використовуються у світі.

Мета роботи – на основі закордонного досвіду визначити доцільну та придатну для впровадження в Україні систему організації контейнерних перевезень.

У статті наводиться детальна характеристика п'яти закордонних систем контейнерних перевезень: Flexiwaggon (Швеція), CargoBeamer (Німеччина), CargoSpeed (Велика Британія), Modalohr (Франція), MegaSwing (Швеція). Використання однієї з наведених систем при виконанні контейнерних перевезень суттєво зменшує витрати часу на формування контейнерного потягу, що суттєво впливає на термін доставки вантажу до одержувача, безумовно впровадження однієї наведеної вище системи потребує великих капіталовкладень, але вигоди, які отримає транспортна галузь України безперечно більші.

Після порівняльного аналізу існуючих систем, для впровадження в Україні рекомендована системи Modalohr, яка пристосована для перевезення і як окремих напівпричепів, так і автопоїздів, а також має розгалужену мережу діючих маршрутів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КОНТЕЙНЕРНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, КОНТЕЙНЕРНИЙ ТЕРМІНАЛ, АВТОПОЇЗД, НАПІВПРИЧЕП, ЗАЛІЗНИЧНА ПЛАТФОРМА, ТЕРМІН ДОСТАВКИ.

ABSTRACT

Lytvyn O.V. Comparative characteristics of existing piggyback systems worldwide. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

The article deals with the prospects of piggyback in Ukraine and existing systems in the world, the technology of implementation.

Object of study – is a system of piggyback transport in international traffic used in the world.

Purpose – based on international experience to determine appropriate and suitable for implementation in Ukraine piggyback system. The article provides a detailed description of the five foreign piggyback system: Flexiwaggon (Sweden), CargoBeamer (Germany), CargoSpeed (United Kingdom), Modalohr (France), MegaSwing (Sweden). Use one of the following systems in carrying piggyback significantly reduces the time required to formate piggyback train, which reduce the delivery time of goods to the recipient's. Definitely implementation one of the above systems requires large investment, but the benefits that will transport sector of Ukraine achieve not less.

After a comparative analysis of existing systems for implementation in Ukraine recommended system Modalohr, that is adapted for the carriage of both trailers and camions and has an extensive network of existing routes.

KEY WORDS: PIGGYBACK TRANSPORTATION, PIGGYBACK TERMINAL, CAMION, TRAILER, RAILWAY BAY, DELIVERY TIME.

РЕФЕРАТ

Литвин Е.В. Сравнительная характеристика существующих систем организации контрейлерных перевозок в мире / Е.В. Литвин // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье рассматривается перспективы развития контрейлерных перевозок в Украине и имеющиеся системы организации данных перевозок в мире, технология их осуществления.

Объект исследования – системы организации контрейлерных перевозок грузов в международном сообщении, используемые в мире.

Цель работы – на основе зарубежного опыта определить целесообразную и пригодную для внедрения в Украине систему организации контрейлерных перевозок.

В статье приводится подробная характеристика пяти зарубежных систем контрейлерных перевозок: Flexiwaggon (Швеция), CargoBeamer (Германия), CargoSpeed (Великобритания), Modalohr (Франция), MegaSwing (Швеция). Использование одной из приведенных систем при выполнении контрейлерных перевозок существенно уменьшает затраты времени на формирование контрейлерного поезда, что существенно влияет на срок доставки груза получателю. Безусловно внедрение одной приведенной выше системы требует больших капиталовложений, но выгоды, которые получит транспортная отрасль Украины бесспорно больше.

После сравнительного анализа существующих систем, для внедрения в Украине рекомендована система Modalohr, которая приспособлена для перевозки и как отдельных полуприцепов, так и автопоездов, а также имеет обширную сеть действующих маршрутов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: КОНТРЕЙЛЕРНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ, КОНТРЕЙЛЕРНЫЙ ТЕРМИНАЛ, АВТОПОЕЗД, ПОЛУПРИЦЕП, ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ ПЛАТФОРМА, СРОК ДОСТАВКИ.

АВТОРИ:

Литвин Олена Віталіївна, Національний транспортний університет, асистент кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, e-mail: glen.b@list.ru, тел. +3 8 (050) 078 23 64 , Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 437.

AUTHOR:

Lytvyn Olena V., National Transport University, Lecturer of International Transportation and Customs Enforcement, e-mail glen.b@list.ru, tel. +3 8 (050) 078 23 64, Ukraine, 01010, Kyiv, str. Suvorov 1, r. 437.

АВТОРЫ:

Литвин Елена Витальевна, Национальный транспортный университет, ассистент кафедры международных перевозок и таможенного контроля, e-mail: glen.b@list.ru тел. +3 8 (050) 078 23 64, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 437

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Кучинський Ю.Ф. віце-президент АсМАП України , Київ, Україна

Прокудін Г.С. доктор технічних наук, Національний транспортний університет, професор кафедри «Міжнародні перевезення та митний контроль», Київ, Україна

REVIEWER:

Kuchynskii Y.F., Vice President AsMAP Ukraine, Kyiv, Ukraine

Prokudin G.S., Ph.D., National Transport University, Professor Department of «International transport and customs», Kyiv, Ukraine

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ
ОРГАНІЗАЦІЇ КОНТРЕЙЛЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ У СВІТІ

Литвин О.В., Національний транспортний університет, Київ, Україна

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF EXISTING PIGGYBACK SYSTEMS WORLDWIDE

Lytvyn O.V., National Transport University, Kyiv, Ukraine

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ
ОРГАНИЗАЦИИ КОНТРЕЙЛЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК В МИРЕ

Литвин О.В., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми. За останні роки у країнах Центральної та Східної Європи збільшився обсяг вантажних перевезень, які здійснюються комбінуванням декількох видів транспорту. Це пов'язано з підписанням міжнародних угод, спрощенням митних процедур для країн-учасниць та створенням відповідної нормативно-правової бази з питань міжнародних змішаних перевезень. В країнах Європейського Союзу частка інтермодальних, а саме автомобільно-залізничних перевезень становить 11-17 % від загального обсягу перевезень вантажів.

В Україні в не повній мірі використовується даний вид перевезень, на жаль. Причиною тому є недосконала законодавча база та низький рівень мотивації перевізників. Хоча з іншого боку використання контрейлерного сполучення при міжнародних перевезеннях вантажів саме для України може вирішити ряд поточних проблем:

- проблему завантаженості автомобільних доріг,
- проблему обмеженої кількості дозволів на перевезення, у тому числі і транзитних,
- зменшення аварійності та порушень правил дорожнього руху,
- проблему перевезення великовагових та небезпечних вантажів,
- підвищення транзитного потенціалу країни з найменшими витратами.

Крім того, потенціал України у сфері контрейлерних перевезень дійсно досить великий, по-перше – це напрямки руху, хоча можливості і обмежені колією 1520 мм, країни до яких можна здійснювати перевезення без зміни ширини колії досить перспективні: це Росія, Казахстан, Польща та країни Балтії. Тому аналіз досвіду використання контрейлерних перевезень у міжнародному сполученні є необхідним та першим етапом у процесі удосконалення транспортної системи України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій по темі дослідження. Питанням розвитку контрейлерних перевезень присвячена велика кількість наукових робіт, статей та публікацій, зокрема, в свої працях розглядали такі автори: Н.А. Нефедов, Т.В. Харченко, Н.В. Пономарьова, Л.Н. Матюшин, Б.Н. Стрекалов, Ю.О. Сілантьєва. Доставку вантажів з використанням технологій контрейлерних перевезень досліджували такі вчені як: Восвудський Е. М., Мироненко В.К., Воркут А.І., Нагорний Є. В., Постан М.Я., Правдін Н.В. та ін. Аналіз організації закордонних автомобільно-залізничних перевезень вантажів у спільній роботі Ширяєвої С.В. та Кондрад Т.І. показав необхідність подальшого залучення міжнародного досвіду організації змішаних вантажних перевезень до умов українського ринку транспортних послуг [4]. Розроблена технологія для експлуатації на залізницях як колії 1520 мм, так і колії 1435 мм в роботі Котенко А.М. доводить доцільність для інтеграції залізниць України до міжнародної транспортної мережі та подальшого розвитку вантажних перевезень міжнародними транспортними коридорами, формування мережі регулярних контрейлерних перевезень в межах «простору 1435 мм і 1520 мм» [5]. Лючков Д.С. довів доцільність використання контрейлерного сполучення у рамках зовнішньо-економічної діяльності України.

Виклад основного матеріалу дослідження.

На сьогоднішній день розроблено чимало систем доставки вантажів комбінованими видами транспорту [15]. Зразковий їх розвиток – в Австрії і Швейцарії. Гірські перевали простіше і надійніше «брати», не карабкаючись по серпантинах вузьких доріг, а проходячи наскрізні тунелі залізничних сполучень на стійких спеціальних платформах. У світовій практиці існує два принципи організації контрейлерного руху. Перший, коли сидельні тягачі тільки доставляють свої причеми до місця вантаження і залишають їх на товарній станції. На станції призначення фуру зустрічає вже інший тягач, який доставляє вантаж безпосередньо вантажоодержувачеві. В цьому випадку

експедитор повинен домовлятися з двома автоперевізниками. Крім того, необхідне спеціальне устаткування, контейнерні станції мають бути обладнані спеціальними вантажними рампами. Є і другий принцип, коли на спеціальні платформи вантажиться весь автопоїзд в зчепленні, що припускає включення в залізничний вантажний склад ще і пасажирських вагонів для водіїв. Після прибуття на станцію призначення автофургони вивантажуються і слідує безпосередньо до місця вантаження-вивантаження своїм ходом. Інтенсивне впровадження контейнерних перевезень в розвинених країнах (США, Канада, Німеччина і ін.) почалося 30- 40 років тому, щорічний приріст цих перевезень складає близько 20%. З метою збереження чистоти атмосфери, навколишнього середовища, автошляхів Урядами Європейських країн приділяється значна увага розвитку таких перевезень. Залізничному транспорту за здійснені контейнерні перевезення надається державна фінансова дотація, оскільки такі перевезення для залізничного транспорту є збитковими.

Відомі такі системи, як RoLa (Rollende Lantrasse) на залізничних платформах зі зниженою підлогою та горизонтальним методом навантаження-розвантаження Ro-Ro (roll-on-roll-off), Flexiwaggon (Швеція), CargoBeamer (Німеччина), CargoSpeed (Велика Британія), Modalohr (Франція) автоматизоване, паралельне, швидке перевантаження товарів, режим не супроводжувальних перевезень – MegaSwing (Швеція). Далі розглянемо більш детально, кожну з наведених систем.

Перша – відома система транзитних залізничних перевезень через Альпи RoLa (Rollende Lantrasse - рухомий шлях). Це перевезення автотранспортних засобів на залізничних платформах зі зниженою підлогою з використанням горизонтального методу навантаження-розвантаження Ro-Ro (roll-on-roll-off), коли автотранспортні засоби самі в'їжджають на залізничну платформу чи з'їжджають з неї. Перевагами такого завантаження є можливість паралельного завантаження-вивантаження кожного окремого вагона у складі поїзда та можливість проведення відкриття-закриття по обидві сторони терміналу.

Розглянемо технологічний аспект цієї системи. Конструкція передбачає стандартний вагон, який складається з двох опорних рамп і трьох стандартних візків. Опорні рампи з'єднані на середньому відсіку. На кожній рампі є поворотна платформа і пристрій кріплення. Вагон є зчленованим і симетричним з двома завантажувальними платформами.

Характеристика рухомого складу:

- швидкість руху – до 120 км/год;
- колеса діаметром 957 мм;
- довжина 32 м,
- вага – 42т;
- стандартні зчіплювальні пристрої;
- завантажувальні поворотні платформи.

Система Rollende Lantrasse зображена на рис. 1.



Рисунок 1 – Система RoLa (Rollende Lantrasse)

Також існує техніка RoLo(lift-on-lift-off) – піднімальна техніка навантаження за допомогою кранів. Дана техніка широко застосовується в Європі для несупровідних причепів, має універсальну платформу та сидлоподібний профіль підлоги з кишенями для коліс транспортного засобу. Використовується для знімних кузовів і контейнерів.

Система призначена для транспортування автопоїздів на залізничній платформі зі зниженою підлогою. Навантаження-розвантаження транспортного засобу здійснюється своїм ходом з кінця транспортного засобу, а кріплення транспортного засобу на платформу здійснюють водії самостійно шляхом установки під колеса відкотного пристрою. Швидкість руху транспортного засобу по платформі – до 20 км/год.

Проте така система істотно знижує експлуатаційні характеристики рухомого складу, що необхідно враховувати при виборі системи перевезення.

Використання даних систем дозволило європейським перевізникам скоротити час на формування контейнерного потягу до 40 хв. За останніми технічними нормами вимоги до контейнерних перевезень такі:

- час очікування автотранспортного засобу – не більше 20 хвилин;
- час на формування потягу – не більше 1 години;
- час зміни колії – мінімальний;
- легкий доступ до терміналів автошляхами та залізницею;
- максимальний час перетину кордону – 20 хвилин для поїзда.

В Європі також широко застосовуються наступні системи доставки вантажів такі як, технологія Flexiwagon, що пристосована до специфічних потреб шведського транспорту. Платформа обертається гідравлічно. Процес її управління повністю автоматизований. Водію вантажівки залишається лише натиснути на кнопку. Жодне устаткування та спеціальний термінал не потрібен. Flexiwagon може рухатися зі швидкістю до 160 км/ год. Завантаження або вивантаження всієї партії у поїзд займає 7 хвилин. Вантажно-розвантажувальні роботи можуть проводитися у будь-якому місці. Єдиною вимогою є міцність основ, вони мають витримати вагу автомобіля. Flexiwagon може завантажити 50 тонн порівняно з 42 т, що пропонують подібні системи. Навантаження за обсягом також вище, оскільки платформа Flexiwagon є нижчою та має поліпшену прохідності уздовж рейки.

Технологічний процес системи Flexiwagon зображено на рис. 2



Рисунок 2 – Технологія Flexiwagon

CargoBeamer (нім. – поїзд для перевезення вантажів) сполучає в собі автоматизоване, паралельне, швидке і недороге перевантаження товарів між автомобільним транспортом і залізницею. Використовується сидельна платформа з висотою підлоги 200 мм і діаметром коліс 920 або 950 мм.

Напівпричіп устновлюється на піддоні, який витягується на платформу електричною тягою. Одночасно піддон з причепом завантажується у протилежну сторону. Жорсткою умовою для даної системи є необхідність точного позиціонування поїздів на терміналі. Паралельне, автоматизоване горизонтальне перевантаження сидельно-зчіпних пристроїв здійснюється в такій послідовності:

- сидельний автопоїзд під'їжджає до КаргоГейту;
- сидельний автопоїзд в'їжджає в приставку вагону;
- зняття вантажу з причепа на приставці вагону;
- прийом поданого вантажу;
- тягач покидає КаргоГейт;
- вантаж в режимі очікування на КаргоДжете;
- КаргоДжет прибуває на КаргоГейт;
- старт горизонтального переміщення;
- паралельна горизонтальна перевалка вантажів;
- кінець горизонтального переміщення;
- КаргоДжет покидає КаргоГейт;

Дана система проходила випробування на терміналі у місті Лейпциг, швидкість руху сягає до 120 км/год. Рухомий склад має бути обладнаний спеціальною поворотною платформою та гідравлічним обладнанням. Система дозволяє перевозити як автопоїзди, так і напівпричепи та контейнери. Основними перевагами системи є висока продуктивність та можливість швидкого завантаження усього поїзда. Складність в експлуатації даної системи полягає у необхідності наявності тягових механізмів для платформи та відповідного гідравлічного обладнання. Система характеризується високою вартістю перевезення. Технологія системи CargoBeamer зображена на рис. 3.

Прототип системи CargoSpeed був представлений в 2004. Система знижує витрати на залізничні / автомобільні перевезення і збільшує швидкість роботи з терміналами. За допомогою цього у два рази знижується економічна беззбитковість для інтермодальних вантажних перевезень. Зниження витрат при такій системі перевезення в порівнянні з звичайними методами становить 30 %. Для завантаження/вивантаження використовується спеціальна платформа (wellfloor) для фургона, а також відповідний механізм для підйому і повороту платформи (рис. 4). Система потребує наявності терміналу для більш ефективної роботи.



Рисунок 3 – Технологія CargoBeamer



Рисунок 4 – Система CargoSpeed, платформа wellfloor та підйомний механізм

Великий Т-подібний пристрій піднімає платформу вгору і обертається горизонтально. Вантажівка перетинає платформу і від'єднує напівпричіп. Т-подібний пристрій піднімає платформу, і встановлює на залізничні вагони. Аналогічно здійснюється і процес розвантаження. На разі проводяться випробування з поліпшення використання та полегшення розповсюдження технології. Проте на сьогоднішній день система вже довела свою конкурентоспроможність на ринку у порівнянні з подібними системами.

Modalohr на сьогодні використовується в режимі не супроводжувальних перевезень. Особливістю системи є потреба у відповідно обладнаному терміналі. Дана технологія є розробкою французької компанії Lohr. Вона пропонує можливість послідовного навантаження. Платформа, що завантажується, обертається навколо середини фургона (рис.5). Шість фургонів можуть вміщувати шість напівпричіпів, або чотири автопоїзда. Можливість здійснення перевезень як окремих напівпричіпів, так і автопоїздів надає цій системі велику перевагу у порівнянні з вище названими системами.

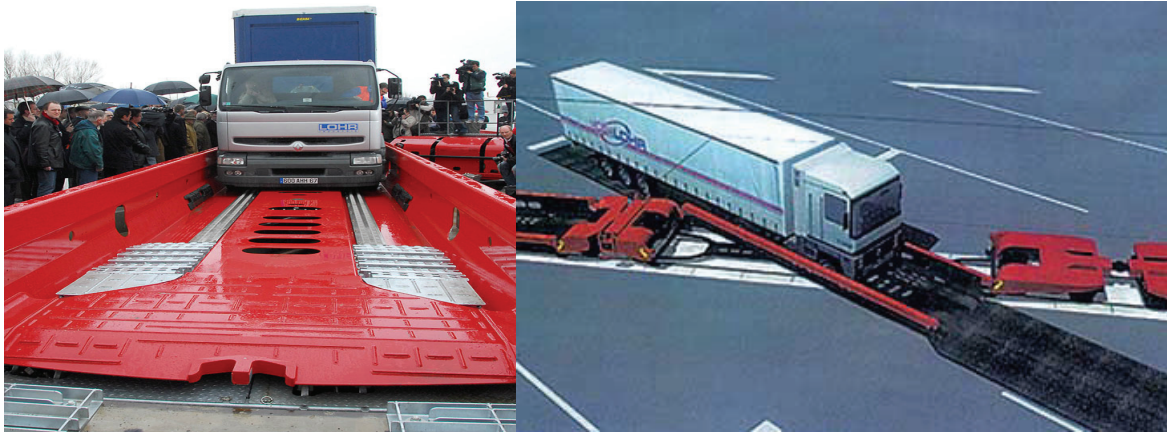


Рисунок 5 – Технологія Modalohr

Основною перевагою системи є можливість паралельного навантаження/вивантаження АТЗ і причепів. Особливістю будови є зчеплення стандартних візків за допомогою однієї або декількох каркасних рамп та поворотної платформи. Автопоїзд в'їжджає на платформу збоку, під кутом 30° відносно поворотної осі платформи. Система викликає складності в експлуатації через наявність гідравлічних, електричних та пневмосистем. Система Modalohr має розгалужену мережу (рис. 6).

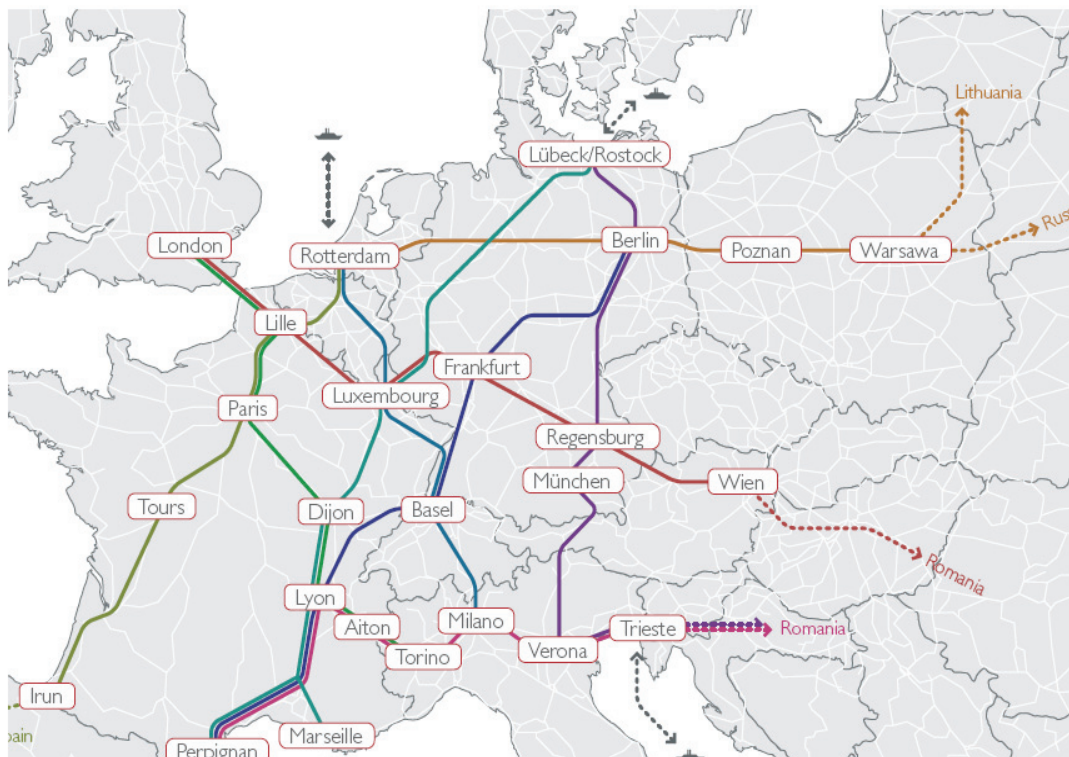


Рисунок 6 – Мережа системи Modalohr

Технологія MegaSwing призначена для різних не супровідних перевезень і на разі проходить випробування при різних температурних умовах. Система адаптована для перевезення будь-яких напівпричепів та контейнерів. Основною перевагою використання системи є підвищення ефективності та продуктивності логістичних процесів. Система надає змогу підвищити конкурентоспроможність та якість послуг при транспортуванні вантажів. У фінансовому аспекті MegaSwing потребує залучення меншої кількості інвестицій, оскільки не має необхідності використання додаткових інтермодальних терміналів та спеціалізованого обладнання. Технологія MegaSwing зображена на рис. 7.

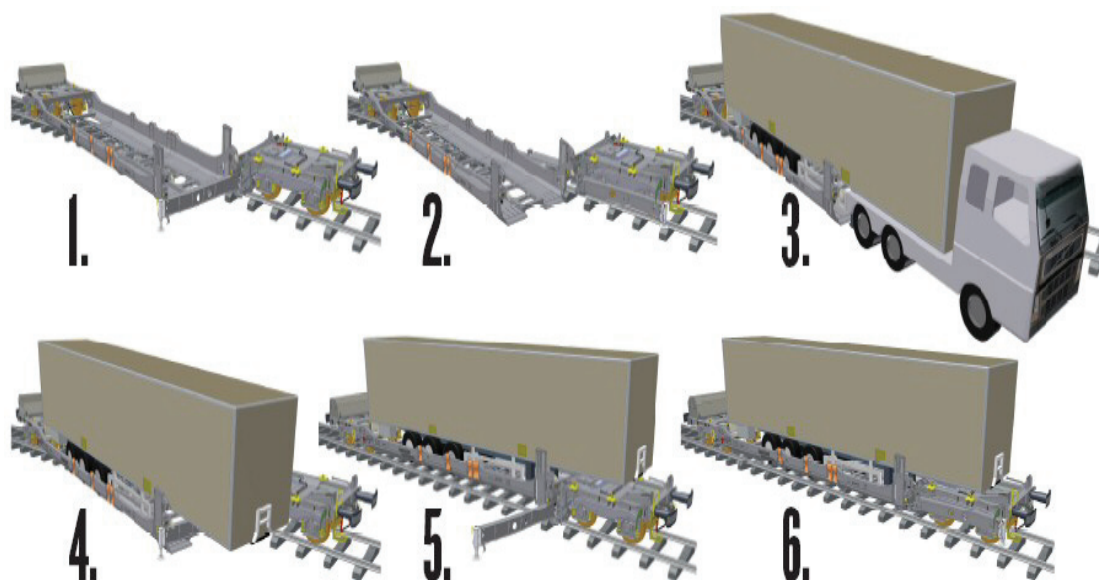


Рисунок 7 – Технологія MegaSwing

Перевантаження відбувається по горизонталі (Ro/Ro). Для процесу навантаження і розвантаження, необхідно щоб один із співробітників стежив за процесом перевалки та роботою гідравліки. Є два типи платформи Single (маса – 24 т, довжина - 19,5 м) та DUO (6 - осьовий) універсал. Особливостями системи є простота в експлуатації, відсутність необхідного точного позиціонування платформи по фронту навантаження/розвантаження транспортного засобу та висока продуктивність.

Далі наводимо порівняльну характеристику наведених вище систем (табл.1)

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика систем перевезення вантажів у Європі

Ознаки \ Система	Cargo Speed	Flexi waggon	Mega swing	Cargo Beamer	Modalohr
Максимальна швидкість	120 км/год				
Час перевантаження	5 хв	10 хв	5 хв	5 хв	5 хв
Кількість модулів у складі автопоїзда	42	35	42	32	40
Вид навантаження	Горизонтальне				
Паралельне завантаження/розвантаження	В наявності				
Перевантаження на терміналі	так	ні	ні	так	так
Потреба у кваліфікованому персоналі	так	так	так	ні	ні
Максимальна допустима вага	38,5 тонн	44 тонни	38,5 тонн	44 тонни	38 тонн
Максимальне число напівпричепів (максимальна довжина поїзда 620м.)	33	27	33	31	36
Вартість платформ (EUR)	120000	175 000	-	105 000	355 000
Вартість терміналу(млн EUR)	2,3	-	-	1,2	3

Використання однієї з наведених систем при виконанні контрейлерних перевезень суттєво зменшує витрати часу на формування контрейлерного потягу, що суттєво впливає на термін доставки вантажу до одержувача. Безумовно впровадження однієї з наведеної вище системи потребує великих капіталовкладень, але вигоди, які отримає транспортна галузь України безперечно більші.

Висновки. За критерієм вартості найбільш вигідними є системи CargoBeamer та Flexiwaggon, але вони є мало розвинутими і технологічно призначені для перевезення або окремо автопоїздів або окремо напівпричепів. В Україні доцільніше розглянути питання про впровадженню системи Modalohr, яка пристосована для перевезення і як окремих напівпричепів, так і автопоїздів, а також має розгалужену мережу діючих маршрутів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Нефедов Н.А., Харченко Т.В., Пономарева Н.В. Применение контрейлерных поездов при международных перевозках грузов // Сб. науч. трудов. – Харьков: ХНАДУ, 2003. – Вып. 21. – С.90-92
2. Кирпа, Г. М. Підвищення ефективності використання рухомого складу для інтенсифікації перевезень у міжнародному сполученні / Г. Н. Кирпа // Праці Західного науц. центру ТАУ: Проектування, виробництво та експлуатація транспортних засобів і поїздів. – 2006. – № 13. – С. 40-50.
3. Сілантьєва Ю. О. Підвищення ефективності контрейлерних перевезень: Дис. канд. техн. наук: 05.22.01 / Національний транспортний ун-т. — К., 2003. — 130арк. — Бібліогр.: арк. 112-121
4. Ширяєва С. В. Аналіз закордонного досвіду організації автомобільно-залізничних перевезень вантажів / С. В. Ширяєва, Т. І. Конрад // Управління проектами, системний аналіз і логістика. Технічна серія. - 2012. - Вип. 10. - С. 292-297.
5. Котенко А.М., Шевченко В.І., Шилає П.С. Математичне моделювання руху комбінованих поїздів// Збірник наукових праць УкрДАЗТ, 2010, вип. 113
6. Кирпа Г.Н. Организация контрейлерных перевозок в Украине.-Днепропетровск: Арт-Пресс, 1998.-132 с.
7. Матюшин Л.Н., Стрекалов Б.Н. Комбинированные перевозки – технология будущего // Вестник ВНИИЖТ. – 1998. – №3. – С.28-32.
8. Кирпа Г.Н., Демин Ю.В. О возможных путях развития комбинированных перевозок грузов в Украине// Праці Західного наукового центру ТАУ: Проектування, виробництво та експлуатація транспортних засобів і поїздів. – 1995, т. 2. – С. 64-66.
9. Зінько Р.В., Маковейчук О.М., Улященко В.Г. Графова інтерпретація задачі контрейлерних перевезень // НАУКОВИЙ ВІСНИК НЛТУ України : Збірник науково-технічних праць.–Львів : НЛТУ України. – 2007. – Вип. 17.4. – 300 с.
10. Кірка Г.М., Підвищення ефективності використання рухомого складу для інтенсифікації перевезень у міжнародному сполученні. // Праці Західного наукового центру ТАУ: Проектування, виробництво та експлуатація транспортних засобів і поїздів. – 2006, № 13. – С. 40-50.
11. Стецько А.А. Аналіз сучасних рішень для інтероперабельних та інтермодальних перевезень. Журнал «Екужт 2009 Проблемы экономики и управления на железнодорожном транспорте»
12. Куренков П.В., Котляренко А.Ф. Внешнеторговые перевозки в смешанном сообщении. Экономика. Логистика. Управление. – Самара: МПС, "Самарская ГАПС", 2002. – 628 с.
13. Баланов В. О. Розвиток контрейлерних перевезень в Україні та досвід перевезень в європейських країнах / В. О. Баланов // Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. Транспортні системи та технології перевезень. - 2012. - Вип. 4. - С. 5-8.
14. Демін, Ю. В. Технічне забезпечення контрейлерних перевезень міжнародними коридорами України / Ю. В. Демін, Г. М. Кирпа // Залізнич. трансп. України. – 1997. – № 1. – С. 28-32.
15. Чубуков А. В. Организации контрейлерных перевозок в России и в мире : статья / Чубуков А. В. // Известия Петербургского университета путей сообщения. - СПб Санкт-Петербург: ПГУПС. - 2010. - Вып. 2 (23). - С. 36-46.

REFERENCES

1. Nefedov N.A., Kharchenko T.V., & Ponomareva N.V. Application piggyback trains for international shipping. Collected Works. Kharkov: HNADU, 2003. No. 21. P.90-92. (Rus)
2. Kirpa G.N. Organization piggyback in Ukraine. Dnepropetrovsk: Art Press, 1998. P. 32. (Rus)
3. Silantiev J. A. Improving the efficiency of piggyback transport: Dis. candidate. Sc. sciences: 05.22.01, National Transport University. K., 2003. P. 112-121. (Ukr)

4. Shiryayeva S.V. Konrad T.I. Analysis of foreign experience of road and rail transport of goods. Project management, systems analysis and logistics, 2012 No.10, P.292-297.(Ukr)
5. Kotenko A.M, Shevchenko V.I., & Sheila P.S. Mathematical modeling the combined train movement. Proceedings UkrDAZT, 2010. No. 113. (Ukr)
6. Kirpa G.N. Organization piggyback transport in Ukraine. Dnepropetrovsk : Art Press, 1998. P. 132. (Ukr)
7. Matyushin L.N., Strekalov B.N. Combined transport - technology of the future. Herald VNIIZhT, 1998. No. 3. P.28-32. (Rus)
8. Kirpa G.N., Demyn O.H. About the possible development of combined transport of goods in Ukraine. Proceedings of the Western Science Center SAU : Design, manufacture and operation of vehicles and trains, 1995. No. 2 . P. 64-66. (Rus)
9. Zinko R.V. Makoveychuk O.M. & Ulyaschenko V.G. Graph interpretation problem of piggyback transport. Collected Works of the National Forestry University of Ukraine: Collection of scientific and technical works. Lviv: National Forestry University of Ukraine, 2007. No. 17.4. P. 300. (Ukr)
10. Kirpa G.M., Improved utilization of rolling stock for the intensification of transport in international traffic Proceedings of the Western Science Center SAU : Design, manufacture and operation of vehicles and trains, 2006. No. 13. P. 40-50. (Ukr)
11. Stetsko A.A. Analysis of modern solutions for interoperable and intermodal transport. Экузht Problems of Economics and management at railroad transport, 2009. (Ukr)
12. Kurenkova P.V., Kitlyarenko A.F. Foreign intermodal transportation in combine connection. Economy. Logistics. Management. Samara, 2002. P. 628. (Rus)
13. Balanovo V.O. Piggyback development in Ukraine and experience traffic in Europe. Collected works of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after academician V. Lazaryan. Transport systems and transportation technology, 2012. No. 4. P. 5-8. (Ukr)
14. Demina Y.V., Kirpa G.M. Technical support piggyback transportation by international corridors of Ukraine Railway transport, 1997. No.1. P. 28-32. (Ukr)
15. Chubukov A.V. Organization piggyback transport in Russia and in the world. Proceedings Petersburg's University lines of communication. St. Petersburg: PHUPS, 2010. No. 2 (23). P. 36-46. (Rus)

РЕФЕРАТ

Литвин О.В. Порівняльна характеристика існуючих систем організації контейнерних перевезень у світі / О.В. Литвин // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

У статті розглядається перспективи розвитку контейнерних перевезень в Україні та наявні системи організації даних перевезень у світі, технологія їх здійснення.

Об'єкт дослідження – є системи організації контейнерних перевезень вантажів у міжнародному сполученні, що використовуються у світі.

Мета роботи – на основі закордонного досвіду визначити доцільну та придатну для впровадження в Україні систему організації контейнерних перевезень.

У статті наводиться детальна характеристика п'яти закордонних систем контейнерних перевезень: Flexiwaggon (Швеція), CargoBeamer (Німеччина), CargoSpeed (Велика Британія), Modalohr (Франція), MegaSwing (Швеція). Використання однієї з наведених систем при виконанні контейнерних перевезень суттєво зменшує витрати часу на формування контейнерного потягу, що суттєво впливає на термін доставки вантажу до одержувача, безумовно впровадження однієї наведеної вище системи потребує великих капіталовкладень, але вигоди, які отримає транспортна галузь України безперечно більші.

Після порівняльного аналізу існуючих систем, для впровадження в Україні рекомендована системи Modalohr, яка пристосована для перевезення і як окремих напівпричепів, так і автопоїздів, а також має розгалужену мережу діючих маршрутів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КОНТЕЙНЕРНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, КОНТЕЙНЕРНИЙ ТЕРМІНАЛ, АВТОПОЇЗД, НАПІВПРИЧЕП, ЗАЛІЗНИЧНА ПЛАТФОРМА, ТЕРМІН ДОСТАВКИ.

ABSTRACT

Lytvyn O.V. Comparative characteristics of existing piggyback systems worldwide. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

The article deals with the prospects of piggyback in Ukraine and existing systems in the world, the technology of implementation.

Object of study – is a system of piggyback transport in international traffic used in the world.

Purpose – based on international experience to determine appropriate and suitable for implementation in Ukraine piggyback system. The article provides a detailed description of the five foreign piggyback system: Flexiwaggon (Sweden), CargoBeamer (Germany), CargoSpeed (United Kingdom), Modalohr (France), MegaSwing (Sweden). Use one of the following systems in carrying piggyback significantly reduces the time required to formate piggyback train, which reduce the delivery time of goods to the recipient's. Definitely implementation one of the above systems requires large investment, but the benefits that will transport sector of Ukraine achieve not less.

After a comparative analysis of existing systems for implementation in Ukraine recommended system Modalohr, that is adapted for the carriage of both trailers and camions and has an extensive network of existing routes.

KEY WORDS: PIGGYBACK TRANSPORTATION, PIGGYBACK TERMINAL, CAMION, TRAILER, RAILWAY BAY, DELIVERY TIME.

РЕФЕРАТ

Литвин Е.В. Сравнительная характеристика существующих систем организации контрейлерных перевозок в мире / Е.В. Литвин // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье рассматривается перспективы развития контрейлерных перевозок в Украине и имеющиеся системы организации данных перевозок в мире, технология их осуществления.

Объект исследования – системы организации контрейлерных перевозок грузов в международном сообщении, используемые в мире.

Цель работы – на основе зарубежного опыта определить целесообразную и пригодную для внедрения в Украине систему организации контрейлерных перевозок.

В статье приводится подробная характеристика пяти зарубежных систем контрейлерных перевозок: Flexiwaggon (Швеция), CargoBeamer (Германия), CargoSpeed (Великобритания), Modalohr (Франция), MegaSwing (Швеция). Использование одной из приведенных систем при выполнении контрейлерных перевозок существенно уменьшает затраты времени на формирование контрейлерного поезда, что существенно влияет на срок доставки груза получателю. Безусловно внедрение одной приведенной выше системы требует больших капиталовложений, но выгоды, которые получит транспортная отрасль Украины бесспорно больше.

После сравнительного анализа существующих систем, для внедрения в Украине рекомендована система Modalohr, которая приспособлена для перевозки и как отдельных полуприцепов, так и автопоездов, а также имеет обширную сеть действующих маршрутов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: КОНТРЕЙЛЕРНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ, КОНТРЕЙЛЕРНЫЙ ТЕРМИНАЛ, АВТОПОЕЗД, ПОЛУПРИЦЕП, ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ ПЛАТФОРМА, СРОК ДОСТАВКИ.

АВТОРИ:

Литвин Олена Віталіївна, Національний транспортний університет, асистент кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, e-mail: glen.b@list.ru, тел. +3 8 (050) 078 23 64 , Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 437.

AUTHOR:

Lytvyn Olena V., National Transport University, Lecturer of International Transportation and Customs Enforcement, e-mail glen.b@list.ru, tel. +3 8 (050) 078 23 64, Ukraine, 01010, Kyiv, str. Suvorov 1, r. 437.

АВТОРЫ:

Литвин Елена Витальевна, Национальный транспортный университет, ассистент кафедры международных перевозок и таможенного контроля, e-mail: glen.b@list.ru тел. +3 8 (050) 078 23 64, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 437

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Кучинський Ю.Ф. віце-президент АсМАП України , Київ, Україна

Прокудін Г.С. доктор технічних наук, Національний транспортний університет, професор кафедри «Міжнародні перевезення та митний контроль», Київ, Україна

REVIEWER:

Kuchynskii Y.F., Vice President AsMAP Ukraine, Kyiv, Ukraine

Prokudin G.S., Ph.D., National Transport University, Professor Department of «International transport and customs», Kyiv, Ukraine

КИНЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПОШИРЕННЯ ОСЕСИМЕТРИЧНИХ АКУСТОЕЛЕКТРИЧНИХ
ХВИЛЬ У ШАРУВАТОМУ ЦИЛІНДРІ З П'ЄЗОКЕРАМІЧНИМИ ШАРАМИ,
ПОЛЯРИЗОВАНИМИ В ОСЬОВОМУ НАПРЯМІ

Лоза І.А., доктор фізико-математичних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

KINEMATIC ANALYSIS OF AXISYMMETRIC ELECTOELASTIC WAVES PROPAGATION IN
LAYERED CYLINDER WITH PIEZOCERAMIC LAYS POLARISED IN AXIAL DIRECTION

Loza A.I., Dr. of Physics and Mathematics, National Transport University, Kyiv, Ukraine

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ
АКУСТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВОЛН В СЛОИСТЫХ ЦИЛИНДРАХ СО СЛОЯМИ,
ПОЛЯРИЗОВАННЫМИ В ОСЕВОМ НАПРАВЛЕНИИ

Лоза И.А., доктор физико-математических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

В даній статі розглядається осесиметрична задача про поширення вимушених акустоелектричних хвиль у шаруватому циліндрі з п'єзокерамічними шарами, поляризованими в осьовому напрямі. Вперше набори частинних розв'язків диференціальних рівнянь у частинних похідних (рівняння Ляме) у циліндричних координатах були побудовані в роботах Похгамера [11] та Крі [7,8]. З того часу виконано значну кількість робіт, присвячених дослідженню поведінки акустоелектричних хвиль у циліндричному хвилеводі кругового поперечного перерізу. Зміст проведених досліджень досить повно відображений в оглядах [4,6] та монографіях [2,3,5]. Зв'язані поля значно ускладнюють проведення досліджень динамічної поведінки п'єзокерамічних циліндрів. Так для однорідного циліндра тільки у випадку осьової поляризації п'єзокераміки для повздовжніх вісесиметричних хвиль та колової поляризації для крутильних хвиль можливо отримати аналітичні розв'язки. При цьому розв'язок представляється через циліндричні функції [9,10]. При чисельному аналізі отриманих розв'язків виникає проблема програмування функцій Бесселя, представлення їх степеневими рядами, проблеми збіжності вказаних рядів до розв'язку і т.п. Врахування неоднорідності конструкції ще більш ускладнює задачу, у той час як у більшості пристроїв використовуються саме шаруваті п'єзокерамічні матеріали (біморфи). Дослідження, присвячені вказаній проблематиці можна знайти в [6,12].

В даній роботі для розв'язання вісесиметричної задачі про поширення вимушених акустоелектричних хвиль у шаруватому циліндрі з п'єзокерамічними шарами, поляризованими в осьовому напрямі запропонований ефективний чисельно-аналітичний підхід.

Повна система рівнянь, що описує гармонічні рухи i -го шару циліндра складається з рівнянь вісесиметричного повздовжнього руху у циліндричній системі координат (r, θ, z)

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sigma_{rr}^i}{\partial r} + \frac{1}{r}(\sigma_{rr}^i - \sigma_{\theta\theta}^i) + \frac{\partial \sigma_{rz}^i}{\partial z} + \rho \omega^2 u_r^i &= 0; \\ \frac{\partial \sigma_{rz}^i}{\partial r} + \frac{1}{r} \sigma_{rz}^i + \frac{\partial \sigma_{zz}^i}{\partial z} + \rho \omega^2 u_z^i &= 0; \end{aligned} \quad (1)$$

рівнянь електростатики

$$\frac{\partial D_r^i}{\partial r} + \frac{1}{r} D_r^i + \frac{\partial D_z^i}{\partial z} = 0; \quad E_r^i = -\frac{\partial \varphi}{\partial r}; \quad E_z^i = -\frac{\partial \varphi}{\partial z}; \quad (2)$$

геометричних співвідношень

$$\varepsilon_{rr}^i = \frac{\partial u_r^i}{\partial r}; \quad \varepsilon_{\theta\theta}^i = \frac{1}{r} u_r^i; \quad \varepsilon_{zz}^i = \frac{\partial u_z^i}{\partial z}; \quad \varepsilon_{rz}^i = \frac{\partial u_z^i}{\partial r} + \frac{\partial u_r^i}{\partial z}; \quad (3)$$

та матеріальних співвідношень, які для п'єзокерамічного шару з осьовою поляризацією мають вигляд

$$\sigma_{rr}^i = c_{11}^i \varepsilon_{rr}^i + c_{12}^i \varepsilon_{\theta\theta}^i + c_{13}^i \varepsilon_{zz}^i - e_{11}^i E_z^i;$$

$$\begin{aligned}
\sigma_{\theta\theta}^i &= c_{12}^i \varepsilon_{rr}^i + c_{11}^i \varepsilon_{\theta\theta}^i + c_{13}^i \varepsilon_{zz}^i - e_{13}^i E_z^i; \\
\sigma_{zz}^i &= c_{13}^i \varepsilon_{rr}^i + c_{13}^i \varepsilon_{\theta\theta}^i + c_{33}^i \varepsilon_{zz}^i - e_{33}^i E_z^i; \\
\sigma_{rz}^i &= 2c_{55}^i \varepsilon_{rz}^i - e_{15}^i E_r^i; \\
D_r^i &= 2e_{15}^i \varepsilon_{rz}^i + g_{11}^i E_r^i; \\
D_z^i &= e_{13}^i \varepsilon_{rr}^i + e_{13}^i \varepsilon_{\theta\theta}^i + e_{33}^i \varepsilon_{zz}^i + g_{33}^i E_z^i;
\end{aligned} \tag{4}$$

для i - го металевого шару

$$\begin{aligned}
\sigma_{rr}^i &= \frac{(1-\nu^i)E^i}{(1+\nu^i)(1-2\nu^i)} \varepsilon_{rr}^i + \frac{\nu^i E^i}{(1+\nu^i)(1-2\nu^i)} \varepsilon_{\theta\theta}^i + \frac{\nu^i E^i}{(1+\nu^i)(1-2\nu^i)} \varepsilon_{zz}^i; \\
\sigma_{\theta\theta}^i &= \frac{\nu^i E^i}{(1+\nu^i)(1-2\nu^i)} \varepsilon_{rr}^i + \frac{(1-\nu^i)E^i}{(1+\nu^i)(1-2\nu^i)} \varepsilon_{\theta\theta}^i + \frac{\nu^i E^i}{(1+\nu^i)(1-2\nu^i)} \varepsilon_{zz}^i; \\
\sigma_{zz}^i &= \frac{\nu^i E^i}{(1+\nu^i)(1-2\nu^i)} \varepsilon_{rr}^i + \frac{\nu^i E^i}{(1+\nu^i)(1-2\nu^i)} \varepsilon_{\theta\theta}^i + \frac{(1-\nu^i)E^i}{(1+\nu^i)(1-2\nu^i)} \varepsilon_{zz}^i; \\
\sigma_{rz}^i &= \frac{E^i}{2(1+\nu^i)} \varepsilon_{rz}^i;
\end{aligned} \tag{5}$$

тут σ_{jk}^i – компоненти тензора механічних напружень, ε_{jk}^i – компоненти тензора деформацій, c_{jk}^i – компоненти тензора модулів пружності, e_{jk}^i – компоненти тензора п'єзомодулів, g_{jk}^i – компоненти тензора діелектричних проникностей, E_j^i – компоненти вектора напруженості електричного поля, D_j^i – компоненти вектора електричної індукції, u_j^i – компоненти вектора переміщень, ν^i – коефіцієнт Пуассона, E_j^i – модуль Юнга, ρ^i – густина матеріалу, ω – колова частота. У подальшому індекс i будемо опускати.

Доповнити систему рівнянь слід граничними умовами на зовнішніх поверхнях циліндра (при $r = R_0 \pm H$) та умовах спряження на поверхнях розділу фізико-механічних властивостей матеріалу циліндра.

Бічні поверхні вільні від механічних навантажень: $\sigma_{rr}|_{r=R_0 \pm H} = \sigma_{rz}|_{r=R_0 \pm H} = 0$; і до них підведена гармонічно змінна різниця електростатичного потенціалу: $\phi|_{r=R_0 \pm H} = \pm V_0 e^{i\omega t}$, тут R_0 – радіус серединної поверхні циліндра, H – половина його товщини. На поверхнях розділу фізико-механічних властивостей матеріалу виконуються умови ідеального контакту без розриву і проковзування. В роботі вивчається випадок жорсткого механічного контакту сусідніх шарів без відриву та проковзування, тобто повинні виконуватись умови неперервності компонент вектора переміщень і відповідних компонент тензора напружень:

$$\sigma_{rr}^i = \sigma_{rr}^{i+1}, \quad \sigma_{rz}^i = \sigma_{rz}^{i+1}, \quad u_r^i = u_r^{i+1}, \quad u_z^i = u_z^{i+1}, \tag{6}$$

Для електричних величин, що входять в рівняння, умови контакту залежать від того які матеріали у сусідніх шарах. Так для випадку, коли i - й та $i+1$ -й шари є п'єзоелектричними або діелектричними, граничні умови (3.1.13) необхідно доповнити умовою неперервності нормальної компоненти вектора електричної індукції:

$$D_r^i = D_r^{i+1}, \tag{7}$$

Для випадку, коли i - й та $i+1$ -й шари є провідниками нам достатньо граничних умов (3.1.13) (в роботі вивчається випадок, коли провідні шари короткозамкнені).

Для випадку, коли i - й шар є п'єзоелектричним а $i+1$ -й шар – провідник маємо наступні умови:

$$\phi^i = 0. \tag{8}$$

Як показує практика, для розв'язку подібних задач, розв'язувальний вектор зручно вибирати у змішаному вигляді, до його складу входять ті компоненти тензора механічних напружень, векторів механічних переміщень, електричної індукції та електростатичного потенціалу через які

формулюються граничні умови та умови спряження сусідніх шарів. Отже розв'язувальний вектор має вигляд:

$$\mathbf{R} = \{\sigma_{rr}, \sigma_{rz}, \varphi, u_r, u_z, D_r\}^T \quad (9)$$

Розв'язок задачі будемо шукати у вигляді біжучих хвиль:

$$\begin{aligned} \sigma_{rr}(r, z, t) &= i\lambda\sigma_{rr}(r)e^{i(kz-\omega t)}; \quad \sigma_{rz}(r, z, t) = \lambda\sigma_{rz}(r)e^{i(kz-\omega t)}; \\ \varphi(r, z, t) &= h\sqrt{\frac{\lambda}{\varepsilon_0}}\varphi(r)e^{i(kz-\omega t)}; \quad u_r(r, z, t) = ihu_r(r)e^{i(kz-\omega t)}; \\ u_z(r, z, t) &= hu_z(r)e^{i(kz-\omega t)}; \quad D_r(r, z, t) = \sqrt{\varepsilon_0\lambda}D_r(r)e^{i(kz-\omega t)}; \end{aligned} \quad (10)$$

тут ε_0 – діелектрична проникність вакууму; $\lambda = 10^{10} \frac{H}{M^2}$.

Розв'язуючи систему (1) – (5) відносно розв'язуючого вектора (9) з використанням представлення (10), після ряду перетворень, отримаємо систему рівнянь:

$$\begin{aligned} \frac{d\sigma_{rr}}{dr} &= \frac{1}{r}\left(\frac{c_{12}}{c_{11}} - 1\right)\sigma_{rr} + k\sigma_{rz} - \frac{k\Delta_5}{rc_{11}}\varphi - \left(\frac{k\Delta_4}{r^2c_{11}} - \rho\omega^2\right)u_r - \frac{k\Delta_1}{rc_{11}}u_z, \\ \frac{d\sigma_{rz}}{dr} &= -\frac{kc_{13}}{c_{11}}\sigma_{rr} - \frac{1}{r}\sigma_{rz} - \frac{k^2\Delta_1}{c_{11}}\varphi - \frac{k\Delta_1}{rc_{11}}u_r - \left(\frac{k^2\Delta_2}{c_{11}} - \rho\omega^2\right)u_z, \\ \frac{d\varphi}{dr} &= \frac{e_{15}}{\Delta}\sigma_{rr} - \frac{c_{55}}{\Delta}D_r, \\ \frac{du_r}{dr} &= \frac{1}{c_{11}}\sigma_{rr} - \frac{ke_{33}}{c_{11}}\varphi - \frac{kc_{12}}{rc_{11}}u_r + \frac{kc_{13}}{c_{11}}u_z, \\ \frac{du_z}{dr} &= \frac{g_{11}}{\Delta}\sigma_{rz} - ku_r - \frac{e_{15}}{\Delta}D_r, \\ \frac{dD_r}{dr} &= -\frac{ke_{13}}{c_{11}}\sigma_{rr} - \frac{k^2\Delta_6}{c_{11}}\varphi - \frac{k\Delta_5}{rc_{11}}u_r - \frac{k^2\Delta_3}{c_{11}}u_z - \frac{1}{r}D_r \end{aligned} \quad (11)$$

тут введені позначення:

$$\begin{aligned} \Delta &= c_{55}g_{11} + e_{15}^2; \quad \Delta_1 = c_{11}(c_{11} - c_{12}); \quad \Delta_2 = c_{13}^2 - c_{11}c_{33}; \quad \Delta_3 = c_{13}e_{13} - c_{11}c_{33}; \quad \Delta_4 = c_{11}^2 - c_{12}^2; \quad \Delta_5 = e_{13}(c_{11} - c_{12}); \\ \Delta_6 &= c_{11}g_{33} + e_{13}^2. \end{aligned}$$

Додавши граничні умови та умови спряження у сусідніх шарах прийдемо до неоднорідної крайової задачі у звичайних диференціальних рівняннях:

$$\frac{d\mathbf{R}}{dx} = A(x, \zeta, \Omega)\mathbf{R}. \quad (12)$$

з граничними умовами:

$$\mathbf{B}_1\mathbf{R}(-1) = \mathbf{C}_1, \quad \mathbf{B}_2\mathbf{R}(1) = \mathbf{C}_2. \quad (13)$$

тут вектор $\mathbf{C}_1^T = \{0, 0, -V_0, 0, 0\}$, вектор $\mathbf{C}_2^T = \{0, 0, +V_0, 0, 0\}$

Отримана крайова задача (12), (13) інтегрувалась методом дискретної ортогоналізації.

Дослідимо вплив фактору неоднорідності на кінематичні характеристики хвилеводу. Для цього порівняємо характер розподілу переміщень по товщині для однорідного циліндра та шаруватого циліндра з металевих та п'єзокерамічних шарів. У якості однорідного циліндра будемо розглядати порожнистий циліндр з п'єзокераміки PZT 4 з осьовою поляризацією параметр кривини прийнято рівним: $\varepsilon = \frac{H}{2R_0}$. У якості шаруватого циліндра будемо розглядати тришаровий

порожнистий циліндр, зовнішні шари якого — сталеві ($\nu=0,28$; $E=21$), а середній шар — п'єзокераміка PZT 4:

$$c_{11}=13,9 \cdot 10^{10} \frac{H}{l^2}; c_{12}=7,43 \cdot 10^{10} \frac{H}{l^2}; c_{13}=7,78 \cdot 10^{10} \frac{H}{l^2}; c_{33}=11,5 \cdot 10^{10} \frac{H}{l^2};$$

$$c_{55}=2,56 \cdot 10^{10} \frac{H}{l^2}; e_{13}=-5,2 \frac{K}{l^2}; e_{15}=12,7 \frac{K}{l^2}; e_{33}=15,1 \frac{K}{l^2}; \varepsilon_{11}=730;$$

$$\varepsilon_{33}=635.$$

Товщина зовнішніх шарів — $H/2$, середнього — H , отже загальна товщина циліндра — $2H$, параметр кривини прийнято рівним: $\varepsilon = \frac{H}{2R_0}$.

На Рис.1 представлені залежності перших п'яти фазових швидкостей від безрозмірного хвильового числа $\zeta = \frac{kH}{2\pi}$ для випадку однорідного циліндра цілком з п'єзокераміки PZT 4. На рисунку використані позначення прийняті в роботі [1]. Літера U означає, що хвиля народжується ($\zeta=0$) як повздовжні коливання (коливання стиснення-розтягнення), літера W — як поперечні коливання (коливання зсуву). Літера S означає симетричні коливання відносно серединної поверхні циліндра. Літера A — антисиметричні. З рисунка видно, що перші дві гілки $SW(0)$ та $AU(0)$ у короткохвильовому діапазоні виходять на хвилі, що поширюються без дисперсії і як показує кінематичний аналіз мають кінематику хвиль релеєвського типу (швидкість позначена як c_R). Решта гілок, короткохвильовому діапазоні теж виходять на деяку швидкість, позначимо її як c_{P-C} (моди Похгамера-Крі) по аналогії з модами Лемба для плоского шару.

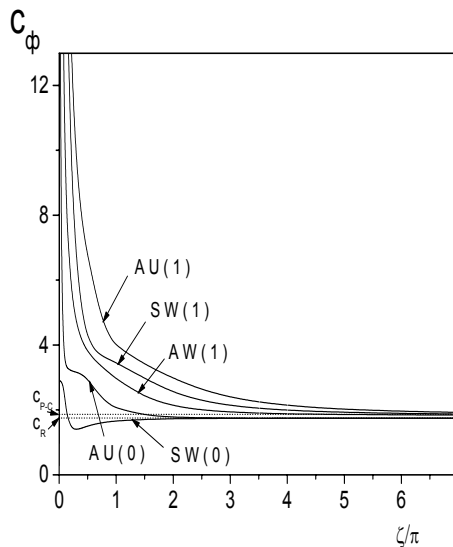


Рис.1

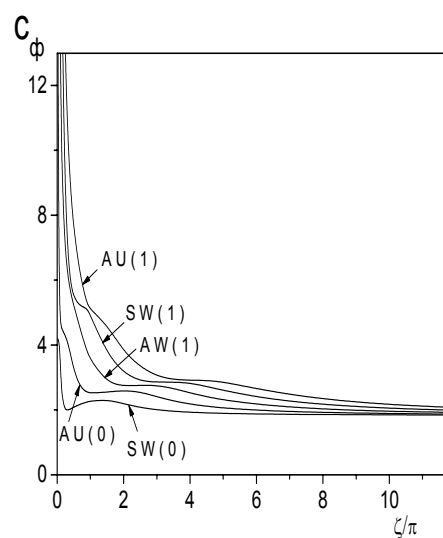


Рис.2

На Рис.2 представлені залежності перших п'яти фазових швидкостей від безрозмірного хвильового числа для випадку тришарового циліндра. Як видно з наведеного рисунка, з'являються характерні для неоднорідних структур плато (ділянки малої залежності від хвильового числа), вочевидь пов'язані з відображенням хвиль від поверхонь розділу середовищ. Дві перші хвилі не виходять на поверхневі хвилі.

На Рис.3 представлено розподіл переміщень u_r (суцільні лінії) та u_z (штрихові лінії) по товщині циліндра для різних значень хвильового числа у випадку однорідного циліндру з п'єзокераміки. З наведеного рисунка видно, що для довгих хвиль ($\zeta=0, 1\pi$), розподіл переміщень по товщині носить майже лінійний характер. У короткохвильовому діапазоні (жирні лінії) перша гілка $SW(0)$ дійсно виходить на поверхневу хвилю релеєвського типу, яка поширюється вздовж зовнішньої поверхні циліндра.

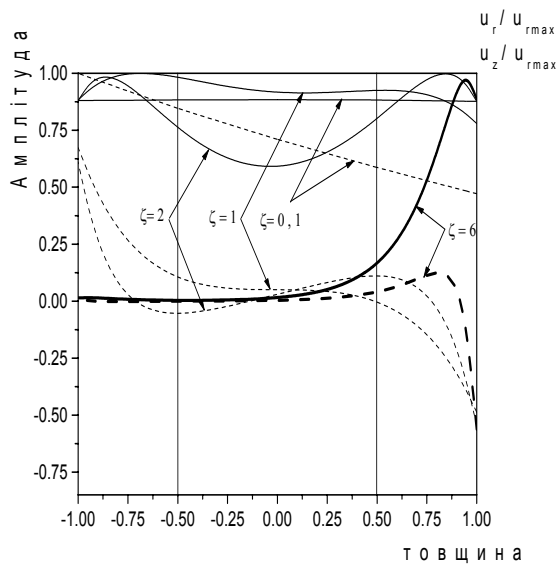


Рис.3

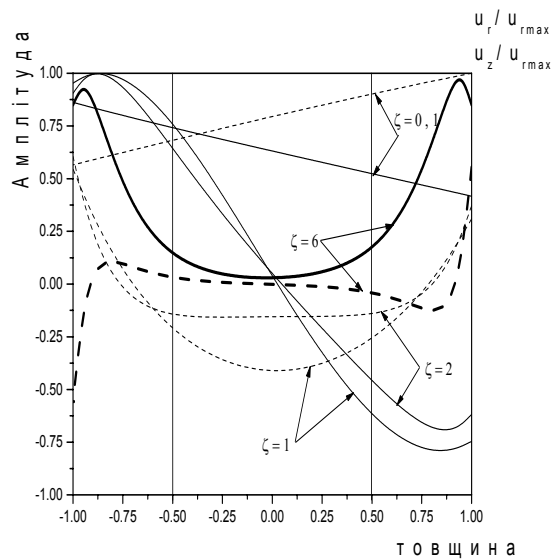


Рис.4

На Рис.4 представлено розподіл переміщень u_r (суцільні лінії) та u_z (штрихові лінії) по товщині циліндра для різних значень хвильового числа у випадку однорідного циліндру з п'єзокераміки. Для довгих хвиль також можна помітити майже лінійний характер розподілу переміщень по товщині. У короткохвильовому діапазоні (жирні лінії) друга гілка $AU(0)$ також виходить на поверхневі хвилі релеевського типу, які поширюються як вздовж зовнішньої так і внутрішньої поверхонь циліндра.

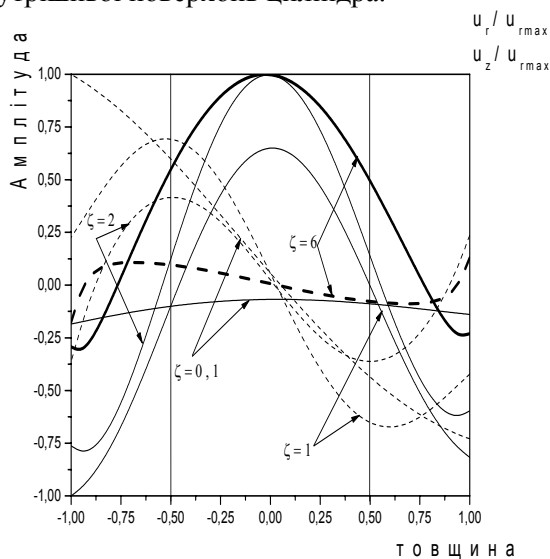


Рис.5

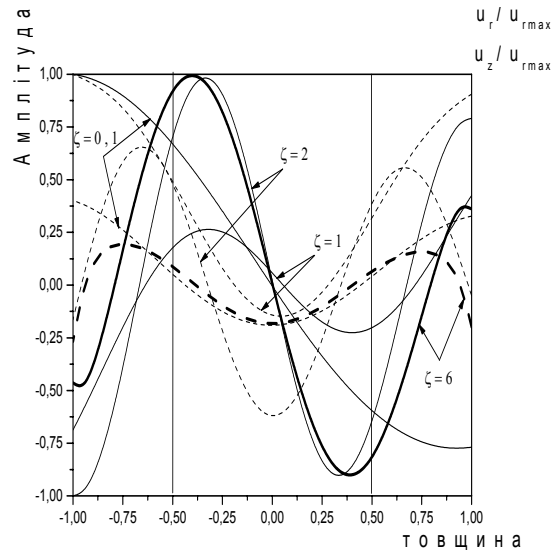


Рис.6

На Рис.5 (гілка $AW(1)$) та Рис.6 (гілка $SW(1)$) представлено розподіл переміщень u_r (суцільні лінії) та u_z (штрихові лінії) по товщині циліндра для різних значень хвильового числа у випадку однорідного циліндру з п'єзокераміки. З наведених рисунків видно, що у короткохвильовому діапазоні розподіл переміщень по товщині приймає симетричний або антисиметричний характер відносно серединної поверхні циліндра з зростанням кількості півхвиль по товщині на одиницю зі зростанням номера хвилі.

На рисунках Рис.7 (гілка $SW(0)$), Рис.8 (гілка $AU(0)$), Рис.9 (гілка $AW(1)$) та Рис.10 (гілка $SW(1)$) представлено розподіл переміщень u_r (суцільні лінії) та u_z (штрихові лінії) по товщині циліндра для різних значень хвильового числа у випадку шаруватого циліндра.

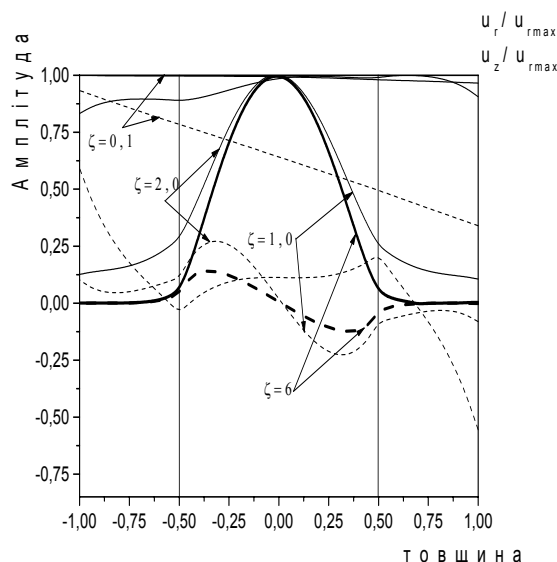


Рис.7

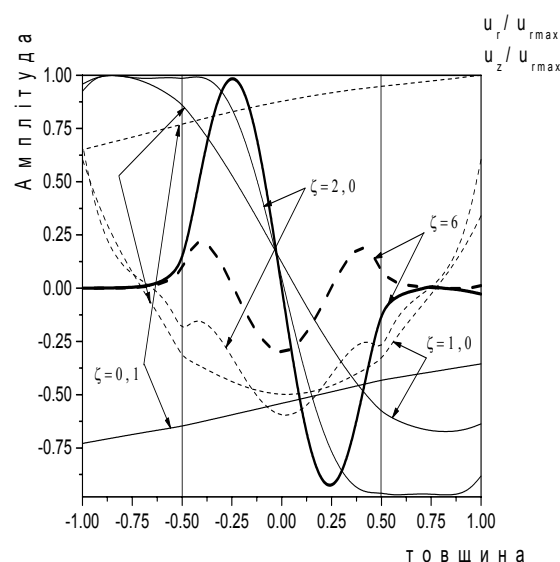


Рис.8

Лінійний характер розподілу переміщень по товщині у випадку довгих хвиль можна помітити лише для першої гілки (гілка $SW(0)$). Як видно з наведених рисунків перші дві гілки у короткохвильовому діапазоні не виходять на поверхневі хвилі. Зі зменшенням довжини хвилі переміщення зосереджуються у м'якому п'єзокерамічному шарі циліндра, у той час як металеві шари лишаються майже не деформованими. У середньому п'єзокерамічному шарі спостерігається зростання кількості півхвиль по товщині п'єзокерамічного шару зі зростанням номеру гілки. Причому кількість півхвиль по товщині у випадку неоднорідного циліндра випереджає на дві одиниці кількість півхвиль для випадку однорідного циліндра.

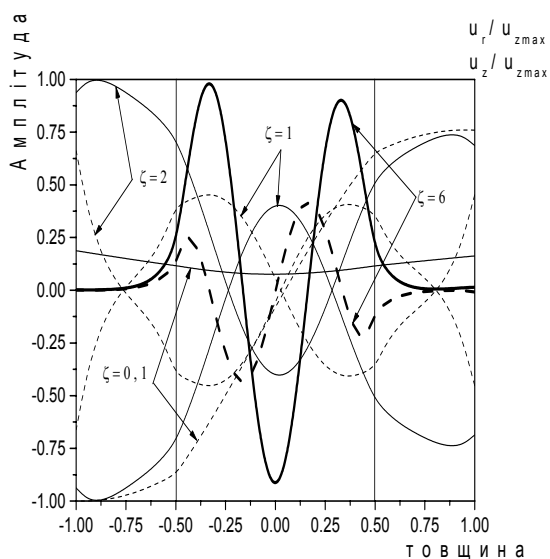


Рис.9

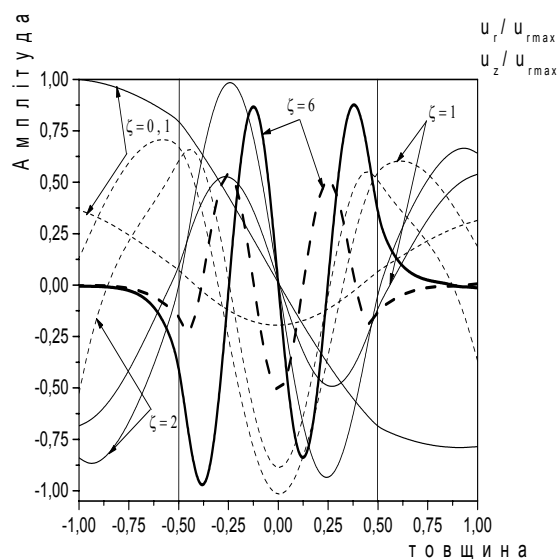


Рис.10

Таким чином можна відмітити суттєву перебудову характеру розподілу переміщень по товщині циліндра у випадку неоднорідності матеріалу.

По перше, дві перші гілки $SW(0)$ та $AU(0)$, у короткохвильовому діапазоні не виходять на поверхневі хвилі релеєвського типу, що пов'язано мабуть з тим фактом, зовнішні металеві шари є набагато більш жорсткими у порівнянні з більш м'яким середнім п'єзокерамічним шаром.

По друге, у короткохвильовому діапазоні, для неоднорідних циліндрів, можна відмітити більшу кількість півхвиль (на дві одиниці) порівняно з випадком однорідних циліндрів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Григоренко А.Я., И.А. Лоза. Осесимметричные волны в слоистых полых цилиндрах с пьезокерамическими слоями, поляризованными в осевом направлении// Прикл. механика. — 2011. — 47, № 6. — С. 118—124.
2. Гринченко В.Т., Мелешко В.В. Гармонические колебания и волны в упругих телах. — Киев: Наук. думка, 1981. — 283 с.
3. Кольский Г. Волны напряжений в твердых телах// М.: ИЛ, 1955. — 192 с.
4. Механика связанных полей в элементах конструкций. Т. 5. Электроупругость / В.Т. Гринченко, А.Ф. Улитко, Н.А. Шульга; Отв. ред. А.Н. Гузь; АН УССР Ин-т механики. — К.: Наук. Думка, 1989. — 280 с.
5. Физическая акустика/ Под редакцией У. Мэзона. Р. Терстона. — М.: Мир, 1966. — Т. 7, 663 с.
6. Шульга Н.А. Распространение гармонических волн в анизотропных пьезоэлектрических цилиндрах, волноводы с усложненными свойствами. В кн.: Успехи механики в 6-ти томах, 2007. — С. 681—702.
7. Cree C. Longitudinal vibration of circular bar //Quart. J. Pure and Appl. Math. — 1886. — 21, № 83/84. — P. 287 — 298.
8. Cree C. The equation of an isotropic elastic solid in polar and cylindrical coordinates, their solution and application //Trans. Cambridge Philos. Soc. — 1889. — Pt III. — P. 250 — 369.
9. Paul H.S. Torsional vibration of circular cylinder of piezoelectric β -quartz// Arch. Mech. Stosow./ 1962, N 5. P. 127 — 134.
10. Paul H.S. Vibration of circular cylindrical shells of piezoelectric silver iodide crystals// J. Acoust. Soc. Amer. — 1966, 40, N 5. P. 1077 — 1080.
11. Pochhammer L. Über die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten kleiner Schwingungen in einem unbegrenzten isotropen Kreiszylinder // J. Reine Angew. Math. — 1876. — 81, № 4. P. 324 — 336.
12. Thurston R.N. Elastic waves in rods and clad rods // J. Acoust. Soc. Am. — 1978. — 64, N 1. — P. 1—37.

REFERENCES

1. Grigorenko A.Ya., Loza I.A. Axisymmetric waves in layered hollow cylinders with piezoceramic layers polarized in axial direction// Int. Applied mech. — 2011. — P. 118—124. (Rus).
2. Grinchenko V.T., Meleshko V.V. Harmonic Vibration and Waves in Elastic Bodies. Kiev: Nauk. Dumka, 1981. — 283 p. (Rus).
3. Kolsky G. Stress Waves in Solid Bodies. M: IL, 1955. — 192 p. (Rus).
4. Mechanics of the Constrained Fields in the Elements of Constructions. T. 5. Elastoelectric / Grinchenko V.T., Ulitko A.F., Shulga M.A.; Man. edit. Guz A.M.; AS UCCR In-t Mechanics. — K.: Nauk. Dumka, 1989. — 280 p. (Rus).
5. W. Meson. Physical Acoustic . M.: Mir, 1966. — V. 7, 663 p. (Rus).
6. Shulga N.A. Propagation harmonically waves in anisotropic piezoelectric cylinders, waveguides with complicated properties. In B. Advances of Mechanics in 6 v. 2007. — P. 681—702. (Rus).
7. Cree C. Longitudinal vibration of circular bar //Quart. J. Pure and Appl. Math. — 1886. — 21, № 83/84. — P. 287 — 298.
8. Cree C. The equation of an isotropic elastic solid in polar and cylindrical coordinates, their solution and application //Trans. Cambridge Philos. Soc. — 1889. — Pt III. — P. 250 — 369.
9. Paul H.S. Torsional vibration of circular cylinder of piezoelectric β -quartz// Arch. Mech. Stosow./ 1962, N 5. P. 127 — 134.
10. Paul H.S. Vibration of circular cylindrical shells of piezoelectric silver iodide crystals// J. Acoust. Soc. Amer. — 1966, 40, N 5. P. 1077 — 1080.
11. Pochhammer L. Über die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten kleiner Schwingungen in einem unbegrenzten isotropen Kreiszylinder // J. Reine Angew. Math. — 1876. — 81, № 4. P. 324 — 336.
12. Thurston R.N. Elastic waves in rods and clad rods // J. Acoust. Soc. Am. — 1978. — 64, N 1. — P. 1—37.

РЕФЕРАТ

Лоза І.А. Кінематичний аналіз поширення акустoeлектричних хвиль у шаруватому циліндрі з п'єзокерамічними шарами, поляризованими в осьовому напрямі / І.А. Лоза // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. — К. : НТУ, 2015. — Вип. 1 (31).

В статті запропоновано ефективний чисельно аналітичний підхід до розв'язання задачі про кінематичний аналіз вимушених акустoeлектричних хвиль у шаруватих порожнистих циліндрах з металевими та п'єзокерамічними шарами, поляризованими в осьовому напрямі.

Об'єкт дослідження – шаруваті порожнисті п'єзокерамічні циліндри з металевими та п'єзокерамічними шарами, поляризованими в осьовому напрямі.

Мета роботи кінематичний аналіз вимушених акустоелектричних хвиль у шаруватих циліндрах.

Метод дослідження – ефективний чисельно аналітичний підхід.

Розв'язок неоднорідної крайової задачі, що описує вимушені акустоелектричні хвилі у неоднорідних по товщині циліндрах, пов'язаний зі значними складнощами математичного характеру. Маємо зв'язаність електричного поля з полем механічних переміщень та напружень, суттєву анізотропію матеріалу а також криволінійні поверхні розділу середовищ. Крім того, має місце кускова неперервність на поверхнях розділу фізико-механічних властивостей матеріалу. Останній факт вимагає спряження розв'язувальних функцій на поверхнях розділу, що призводить до збільшення кількості рівнянь.

Для розв'язання даної проблеми у роботі запропоновано ефективний чисельно-аналітичний підхід. Розв'язувальний вектор обирається у змішаному вигляді, до його складу входять як механічні переміщення та напруження так і електростатичний потенціал та електрична індукція. Такий вибір розв'язувального вектора призводить до спрощення розв'язувальної системи рівнянь. Використовується представлення розв'язку у вигляді біжучих хвиль, що математично еквівалентно розвиненню компонент розв'язувального вектора у ряди Фур'є. В результаті такого представлення, від вихідної системи рівнянь електропружності у частинних похідних приходимо до неоднорідної крайової задачі у звичайних диференціальних рівняннях. Для інтегрування отриманої крайової задачі використовується стійкий чисельний метод дискретної ортогоналізації, який дозволяє отримати результати з точністю порівняною з точністю аналітичний методів.

Проведено чисельний аналіз крайової задачі для випадку тришарового циліндра з металевими та п'єзокерамічними шарами. Досліджено вплив неоднорідності на кінематичні характеристики циліндра.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КІНЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ, ШАРУВАТІ ПОРОЖНИСТІ П'ЄЗОКЕРАМІЧНІ ЦИЛІНДРИ, АКУСТОЕЛЕКТРИЧНІ ХВИЛІ

ABSTRACT

Loza I.A. Kinematic Analysis of Axisymmetric Acoustoelectric Waves Propagation in Layered Cylinder with Piezoceramic Lays Polarized in Axial Direction. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

The paper proposes an effective analytic numerical method to solving the problem about kinematic analysis of forced acoustoelectric waves in layered hollow piezoceramic cylinders with metallic and piezoceramic lays polarized in axial direction.

Object of the study - layered hollow piezoceramic cylinders with metallic and piezoceramic lays polarized in axial direction.

Purpose of the study – kinematic analysis of forced acoustoelectric waves in layered hollow piezoceramic cylinders.

Method of the study - an effective analytic numerical method.

Solution of inhomogeneous boundary problem about forced acoustoelectric waves in inhomogeneous on the thickness cylinders connected with serious mathematic difficulties. There are coupling of electric field with fields of mechanic displacements and stresses, significant anisotropy of material and curved face boundary. Besides, there is sectional continuity of physical and mechanical proprieties of material. Last thing requires conjugation solving functions on the face boundary resulting in expansion in the number of equations.

The work proposes an effective analytic numerical method to solving the problem. Solving vector is chosen in combined form, consists of such components as mechanical displacements and stresses as electric and induction. Such choice of solving vector simplifies solving system of equations. Make use of representations of solution in by way of propagation waves which mathematical equivalently of representation solving vector in Furies series. Eventually such representation we can pass on from initial system of partial equations theory of elasolectricity to inhomogeneous boundary problem of ordinary differential equations. A stable numerical method of discrete orthogonalisation is using for integrating of obtained boundary problem. This is allowed to take a result with accuracy of analytic methods.

A numerical analysis carries out of boundary problem for three-layered cylinder with metallic and piezoceramic layers. Inhomogeneity effects on kinematic characteristics of cylinder are investigated.

KEYWORDS: KINEMATIC ANALYSIS, LAYERER HOLLOW PIEZOCERAMIC CYLINERS, ACOUSTELECTRICAL WAVES

РЕФЕРАТ

Лоза И.А. Кинематический анализ распространения осесимметричных акустоэлектрических волн в слоистых цилиндрах со слоями, поляризованными в радиальном направлении/ И.А. Лоза // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье предложен эффективный численно-аналитический подход к решению задачи о кинематическом анализе вынужденных акустоэлектрических волн в слоистых полых цилиндрах с металлическими и пьезокерамическими слоями, поляризованными в осевом направлении.

Объект исследования – слоистые полые пьезокерамические цилиндры с металлическими и пьезокерамическими слоями, поляризованными в осевом направлении.

Цель работы – вывод разрешающей системы уравнений задачи о распространении осесимметричных акустоэлектрических волн в сплошных пьезокерамических цилиндрах, которая не содержит особой точки.

Метод исследования – эффективный численно-аналитический подход.

Решение неоднородной краевой задачи, которая описывает вынужденные акустоэлектрические волны в неоднородных по толщине цилиндрах связано со значительными сложностями математического характера. Имеет место связанность электрического поля с полем механических перемещений и напряжений, существенная анизотропия материала а также криволинейные поверхности раздела сред. Кроме того, имеет место кусочная непрерывность на границе раздела физико-механических свойств материала. Последний факт требует сопряжения разрешающих функций на поверхностях раздела, что приводит к увеличению числа уравнений.

Для решения данной проблемы в работе предложен эффективный численно-аналитический подход. Разрешающий вектор выбирается в смешанном виде, в его состав входят как механические перемещения и напряжения, так и электростатический потенциал, и индукцию такой выбор разрешающего вектора позволяет упростить разрешающую систему уравнений. Используется представление решения в виде бегущих волн, что математически эквивалентно разложению компонент вектора разрешающего вектора в ряды Фурье. В результате такого представления, от исходной системы уравнений теории электроупругости в частных производных приходим к неоднородной краевой задаче в обыкновенных дифференциальных уравнениях. Для интегрирования полученной краевой задачи используется устойчивый численный метод, который позволяет получить результаты с точностью сравнимой с точностью аналитических методов.

Проведен численный анализ краевой задачи для случая трехслойного цилиндра с металлическими и пьезокерамическими слоями. Исследовано влияние неоднородности на кинематические характеристики цилиндра.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, СЛОИСТЫЕ ПОЛЫЕ ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИЕ ЦИЛИНДРЫ, АКУСТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВОЛНЫ

АВТОР:

Лоза Ігор Андрійович, доктор фізико-математичних наук, доцент, Національний транспортний університет, професор кафедри вищої математики, e-mail: dukeigor@mail.ru, тел. +380953195038, Україна, 01010, Київ, вул. Суворова 1, к. 502

AUTHOR:

Loza Igor A., PhD., Physics and Mathematics (Dr), associate professor, National Transport University, professor department of high mathematics, e-mail: dukeigor@mail.ru, tel. +380953195038, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 502.

АВТОР:

Лоза Игорь Андреевич, доктор физико-математических наук, доцент, Национальный транспортный университет, профессор кафедры высшей математики, e-mail: dukeigor@mail.ru, тел. +380953195038, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 502.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Гуляев В.І., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри вищої математики, Київ, Україна

Рассказов О.О., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри теоретичної та прикладної механіки, Київ, Україна

REVIEWER:

Gulyayev V.I., PhD., Engineering (Dr), professor, National Transport University, chef department of high mathematics, Kyiv, Ukraine.

Rasskazov A.O., PhD., Engineering (Dr), professor, National Transport University, chef department of theoretical and applied mechanics, Kyiv, Ukraine.

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ НА ФОРМУ КРАЮ ПОГЛИНАННЯ КВАНТОВИХ ТОЧОК CdS_xSe_{1-x}

Малиш М.І., кандидат фізико-математичних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Куліш М.Р., доктор фізико-математичних наук, Інститут фізики напівпровідників імені В.Є. Лашкарева, НАН України, Київ, Україна

EFFECT TEMPERATURE ON FORM EDGE ABSORPTION CdS_xSe_{1-x} QUANTUM DOTS

Malysh M.I., candidate of physical-mathematical sciences, National Transport University, Kyiv, Ukraine

Kulish N.R., doctor of physical-mathematical sciences V. Lashkaryov, Institute of Semiconductor Physics, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРИ НА ФОРМУ КРАЯ ПОГЛОЩЕНИЯ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК CdS_xSe_{1-x}

Малыш Н.И., кандидат физико-математических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Кулиш Н.Р., доктор физико-математических наук, Институт физики полупроводников имени В.Е. Лашкарева, НАН Украины, Киев, Украина

У більшості монокристалічних напівпровідників зменшення ширини забороненої зони (E_g) зі зростанням температури обумовлено: а) взаємним відштовхуванням рівнів в зонах дозволених енергій при збільшенні електрон-фононної взаємодії (доданки Фена 2-го порядку в теорії збурень); б) тепловим розширенням решітки (ангармонізмом коливань) і відповідною залежністю ширини забороненої зони від сталої решітки; в) згладжуванням періодичного потенціалу, що описується фактором Дебая-Уоллера; г) взаємодією міжзонних станів (доданки Фена для міжзонного зв'язку) [1-4]. Залежність $E_g(T)$ монокристалічних напівпровідників детально досліджена. Встановлено, що найбільший внесок у зміну E_g вносять перші два механізми.

Дані про вплив температури на енергетичну щільність E_g напівпровідникових квантових точок розрізнені, а про її зміну з температурою практично відсутні. Так, для опису $E_g(T)$ самоорганізованих квантових точок $InAs$ в роботі [5] використовувалася емпірична формула Варшні [6], а точок $InAs/GaAs$ – подібна формула [7]. Величина E_g квантових точок CdS_xSe_{1-x} , синтезованих у боросилікатному склі встановлена лише за кількох фіксованих температур: 4,2, 77 і 300 К [8]. В той же час температурні дослідження несуть інформацію про процеси електрон-фононної взаємодії, які в квантових точках мають свої особливості через малі розміри і, отже, через малу кількість атомів в квантовій точці, про вплив меж поділу (квантова точка-скло), механічної напруги і т.д.

Метою роботи є дослідження особливостей температурної залежності оптичної енергетичної щільності квантових точок CdS_xSe_{1-x} , з $\bar{r} > a_B$ ($\bar{r}$ – середній радіус точок, a_B – радіус боровської орбіти екситона в масивному кристалі), близьких за властивостями до масивних кристалів, і точок з $\bar{r} < a_B$, в яких мають місце квантово-розмірні ефекти.

Параметри CdS_xSe_{1-x} , квантових точок і монокристалів того ж компонентного складу наведені в таблиці. Ширина забороненої зони точок визначалася зі спектрів поглинання, які вимірювалися стандартним методом і оброблялися за методикою, що наведена в роботах [8,10]. Температура зразків контролювалася мідь-константановою і хромель-алюмелевою термopарами і впродовж часу вимірювань підтримувалася постійною з похибкою < 2 К. Для точок з $\bar{r} > a_B$ за величину E_g приймалося значення енергетичної щільності між дном зони провідності і стелею валентної зони (рис. 1а), а для точок з $\bar{r} < a_B$ – відстань між найнижчими дірковим і електронним квантово-розмірними рівнями E_{01}^h і E_{01}^e (рис. 1б). В спектрах поглинання цим енергетичним

щілинам відповідають: в першому випадку – точка перетину залежності коефіцієнта поглинання K ($\hbar\omega$) від $(\hbar\omega - E_g)^{1/2}$ з віссю абсцис, а в другому – перший квантово-розмірний максимум поглинання [11], якщо не враховувати поправку на асиметрію розподілу точок по розміру. Випадкова похибка визначення за спектрами поглинання не перевищувала 0.01 еВ. Оскільки в стеклах з квантовими точками існує розкид квантових точок за розміром, наведені в роботі залежності відповідають квантовим точкам середнього розміру.

Таблиця 1 – Параметри квантових точок і монокристалів CdS_xSe_{1-x}

Параметр	$CdS_{0,13}Se_{0,87}$		$CdS_{0,32}Se_{0,68}$	
	Квантові точки	Монокристал	Квантові точки	Монокристал
$\bar{r}$, нм	7,63	–	2,90	–
a_B , нм	–	5,09	–	4,48
$\partial E_g / \partial T$, 10^{-4} еВ/К	$-4,40 \pm 0,10$	$-4,64^*$	$-2,80 \pm 0,15$	$-4,73^*$
β , К	143	143	–	163
θ , К	–	240* [9]	–	258* [9]

Примітка * Дані одержані шляхом лінійної інтерполяції між параметрами CdS і $CdSe$.

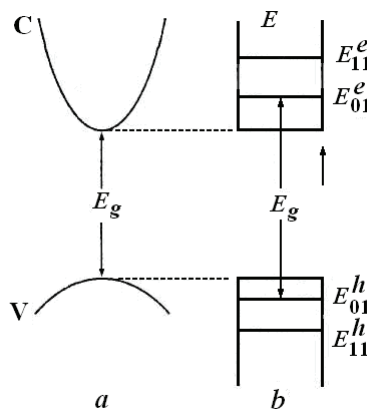


Рисунок 1 – Ширина: а – забороненої зони E_g прямозонного монокристала і б – відповідної енергетичної щілини квантової точки з $\bar{r} < a_B$

Експериментально одержана залежність $E_g(T)$ для скла КС-19 з квантовими точками CdS_xSe_{1-x} ($\bar{r} \approx 7.63$ нм) показана на рис. 2а (точки). Там же штриховою лінією наведена відповідна розрахована залежність для монокристалу. Для скла КС-19 при $\bar{r} > a_B$ (див. таблицю) енергетичний спектр точок подібний до спектра монокристалів, а залежність $E_g(T)$ описується формулою Варшні [6] у всьому діапазоні температур (рис. 2).

В (1) $E_0 = E_g$ при $T = 0$ К; α і β – константи, причому α зазвичай порівнюється з температурним коефіцієнтом зміни ширини забороненої зони $\partial E_g / \partial T$, а β – з температурою Дебая θ . З (1) видно, що при $T \ll \beta$ $\Delta E_g \propto T^2$, а при $T \gg \beta$ $\Delta E_g \propto T$. Ці особливості добре видно з рис. 2а: при низьких температурах залежність $E_g(T)$ нелінійна, а при високих – величина E_g лінійно зменшується з ростом T . На рис. 2б та ж залежність представлена у вигляді $E_g = f [T^2 / (T + \beta)]$, що дозволяє визначити коефіцієнт $\alpha \approx \partial E_g / \partial T$, та β із відносною похибкою $< 6\%$ і $< 10\%$ відповідно. Вони виявилися близькими до відповідних значень монокристалів того ж компонентного складу (див. таблицю і суцільну лінію на рис. 2а).

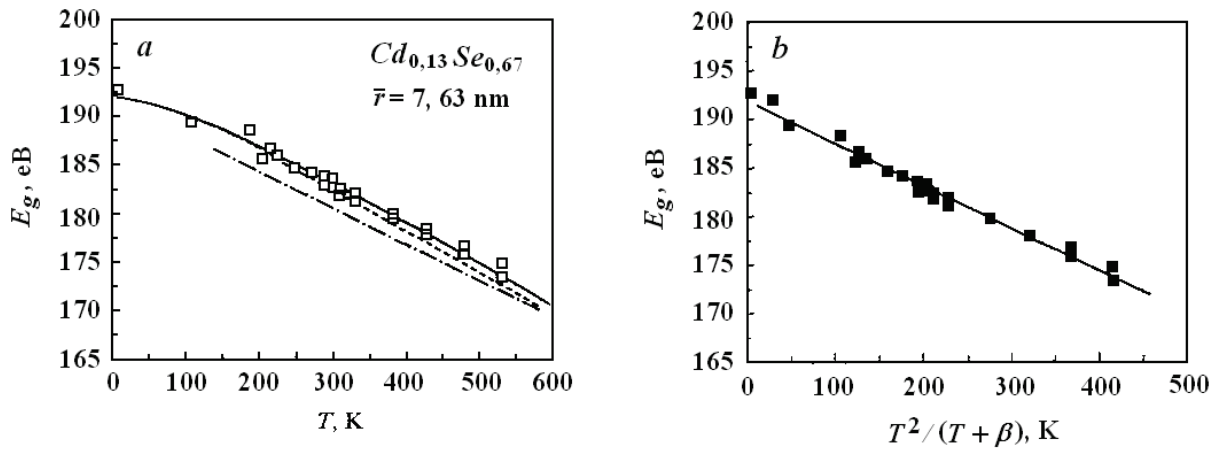


Рисунок 2 – Температурні залежності оптичної ширини забороненої зони квантових точок $CdS_{0,13}Se_{1-x}$ з $\bar{r} > a_B$. Точки (а, б) – експеримент, суцільні лінії (а, б) – розрахунок за формулою Варшні (1) при $\alpha = -4,40 \cdot 10^{-4} \text{ eV} \cdot \text{K}^{-1}$, $\beta = 143 \text{ K}$, штрихова лінія (а) – розрахунок за формулою (1) для монокрystalа, штрих-пунктирна (а) – та ж залежність після врахування гідростатичного тиску матриці скла

На рис. 3 наведені температурні залежності енергетичної щільності стекл, що містять точки $CdS_{0,32}Se_{0,68}$ з $\bar{r} < a_B$. Їх енергетичний спектр складається з набору дискретних рівнів, а енергія розмірного квантування $\approx 0.25 \text{ eV}$ [11]. Залежність $E_g(T)$ в цьому випадку лінійна у всьому інтервалі температур і не описується формулою (1) в діапазоні 4.2-100 K (рис. 3b). При цьому коефіцієнт $\lambda \approx \partial E_g / \partial T$ значно менший, ніж в монокрystalі чи склі з точками $\bar{r} > a_B$ (див. таблицю). Це також добре видно з рис. 3а, де штриховою лінією показана відповідна залежність $E_g(T)$, розрахована для монокрystalа за формулою (1).

$$E_g = E_0 - \alpha T^2 (T + \beta)^{-1} \quad (1)$$

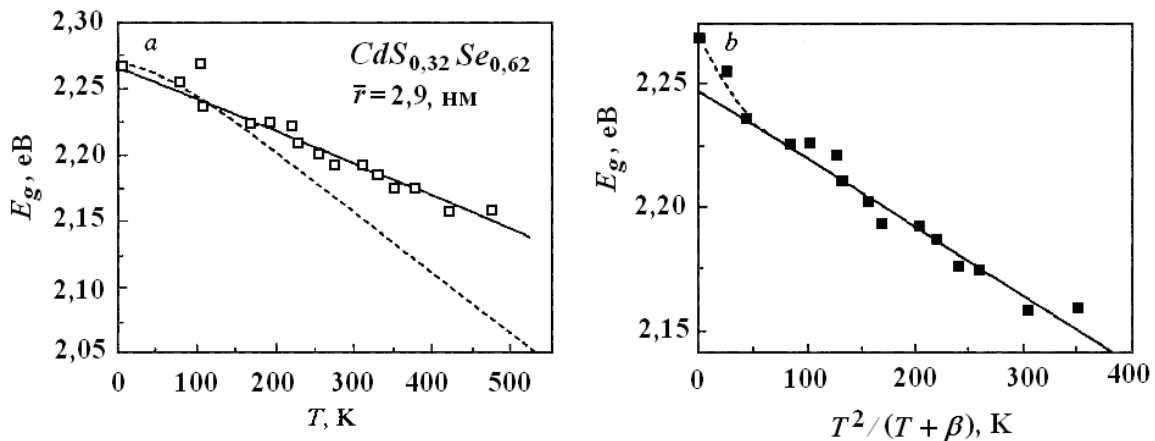


Рис. 3. Температурні залежності оптичної ширини забороненої зони квантових точок $CdS_{0,32}Se_{0,68}$ з $\bar{r} < a_B$. Точки (а, б) – експеримент, суцільна лінія на рис. а – усереднені за методом найменших квадратів експериментальні дані, штрихова лінія на рис. а – розрахунок за формулою (1) для монокрystalа, суцільна лінія на рис. б – розрахунок за формулою (1) для квантових точок.

Для полярних напівпровідників CdS і $CdSe$ основними механізмами зменшення E_g зі збільшенням T вважається фоновна взаємодія і дисторсія кристалічної решітки. Разом з тим відомо [12], що температурна залежність термічного коефіцієнта об'ємного розширення $\gamma(T)$ цих кристалів

носить яскраво виражений характер. В інтервалі температур 4.2–200 К коефіцієнт γ від'ємний, а залежність $\gamma(T)$ має максимум. В той же час залежність $E_g(T)$ в цьому інтервалі температур монотонно змінюється, що свідчить про те, що дисторсія решітки мало впливає на зменшення E_g при зростанні температури. Згідно даних різних джерел доля ангармонізму коливань атомів в залежності E_g від температури складає від 1 до 25% [6].

На відміну від монокристалів в квантових точках потрібно враховувати вплив ангармонізму на величину енергії розмірного квантування, величина якої залежить від радіуса точки, і зміну ширини забороненої зони, обумовленої зміною тиску матриці [13]. Так, наприклад, для квантових точок $CdSe$ з $\bar{r} = 3.00$ нм збільшення температури від 200 до 300 К (в інтервалі, де коефіцієнт γ значний) викликає зростання радіуса квантової точки вздовж С-осі на 0.02%. Якщо врахувати залежність найнижчих енергетичних рівнів $E_{01}^e (E_{01}^h)$ від розміру, то це призведе до зменшення E_g приблизно на 0.0001 еВ. В дійсності, в зазначеному діапазоні температур $\Delta E_g \approx 0.03$ еВ, тобто відносний вклад дисторсії решітки становить 0.33%, що корелює з даними для монокристалів. Таким чином, можна вважати, що основний внесок в залежність $E_g(T)$ для квантових точок CdS_xSe_{1-x} в боросилікатній скляній матриці, як і у випадку монокристалів, вносить фононна взаємодія.

На рис. 2а штрих-пунктирною лінією показана залежність $E_g(T)$, розрахована з урахуванням гідростатичного стиснення точок матрицею скла [13]. Значення $\partial E_g / \partial T$ в цьому випадку виявляється дещо меншим ($-4.35 \cdot 10^{-4}$ еВ/К) у порівнянні зі значенням, отриманим без урахування тиску ($-4.40 \cdot 10^{-4}$ еВ / К), тобто відносний вклад цього ефекту складає $\sim 1.5\%$. Таким чином, як видно з рис. 2 і 3, при переході від точок з $\bar{r} > a_B$ до точок з $\bar{r} < a_B$ коефіцієнт $\partial E_g / \partial T$ зменшується, а залежність $E_g(T)$ стає лінійною в широкому діапазоні температур, в тому числі і при низьких температурах (4.2–100 К).

Зменшення коефіцієнта $\partial E_g / \partial T$ в принципі може бути викликано зменшенням величини електрон-фононної взаємодії. Однак, зі зменшенням радіуса точок до радіуса полярона в монокристалі константа електрон-фононної взаємодії зростає [14], що суперечить висловленому припущенню. Разом з тим очевидно, що зменшення об'єму точки зменшує повне число атомів (елементарних комірок або осциляторів), які беруть участь в коливаннях (фактор I), і веде до просторового обмеження періодичності пружних властивостей кристалічної решітки (фактор II).

При досить великих розмірах кристала граничні умови (фактор II) слабо впливають на коливальний спектр і можуть не враховуватися при аналізі процесів розсіювання. Такі умови легко реалізуються вже для макрокристалів з діаметром ~ 1 мкм, коливальний спектр яких ідентичний спектру масивних кристалів. У квантовій точці з $\bar{r} \approx a_B$ граничні умови відіграють значну роль. Якби поверхневі атоми протилежних граней точки у формі куба коливалися у фазі, то це було б еквівалентно виконанню циклічних граничних умов Борна-Кармана і впливу границі (розмірних ефектів) на коливальний спектр не було б. Однак навіть у цьому випадку він модифікувався б під впливом чинника I, тобто за рахунок зменшення числа елементарних осциляторів.

В реальній ситуації умова циклічності граничних умов порушується і хвильовий вектор фонона q обмежується з боку малих значень, тобто

$$\frac{2\pi}{d} = \frac{\pi}{r} \leq q \leq \frac{\pi}{a}, \quad (2)$$

де d – діаметр точки, a – стала решітки. З (2) видно, що для монокристала ($r \rightarrow \infty$) $q_{\min} \rightarrow 0$, тобто в ньому можуть генеруватися пружні хвилі великої довжини, які зазвичай описуються у континуальному наближенні, а $q_{\max} \rightarrow \pi / a$, тобто з боку коротких хвиль довжина хвилі фонона в твердому тілі обмежена сталою кристалічної решітки. Обмеження коливального спектра квантових точок з боку довгих хвиль ($q_{\min} > \pi / r$) є причиною того, що звукові хвилі з $\lambda \geq d$, для яких $q \rightarrow 0$, в них не збуджуються. Збудження такої хвилі було б еквівалентно простому зміщенню точок в просторі як цілого, так як для $\lambda \geq d$ зміщенням атомів, розташованих на відстані діаметра точки, можна знехтувати. Таким чином, просторове обмеження періодичності пружних властивостей кристалічної решітки квантової точки (фактор II) веде до обмеження коливального спектра з боку малих значень

хвильового вектора і пов'язаного з цим зменшення числа можливих коливальних станів в даній коливальній моді. Необхідно пам'ятати також, що кількість фононних станів кристала визначається числом елементарних комірок N і числом атомів S в одній комірці, тобто дорівнює $3SN$. В кристалах $A^{II}B^{VI}$ елементарна комірка містить дві молекули (4 атоми). Тому загальне число фононних станів дорівнює $12N$. При зменшенні радіуса точки від ~ 7.6 до ~ 3.0 нм її об'єм V (число елементарних комірок або осциляторів) зменшується на 94%, що веде до суттєвого зменшення щільності коливальних станів ($\sim V / 8\pi^3$).

Основним фононним механізмом розсіювання носіїв заряду в точках CdS_xSe_{1-x} є розсіяння на об'ємних поздовжніх оптичних (LO) модах [14-16], які легко реєструються в спектрах комбінаційного розсіювання світла 1-го порядку у вигляді досить інтенсивних піків [17]. Менш ефективними є процеси розсіювання на поверхневих оптичних модах, а також на об'ємних і поверхневих акустичних модах [16]. Значне зменшення числа елементарних осциляторів (електричних диполів в разі LO-мод, (фактор I)) при переході до точок малих розмірів ($\bar{r} < a_B$) зменшує величину сумарної електричної поляризації решітки. У підсумку зменшується величина результуючого макроскопічного потенціалу $V_j(r)$, який є далекодійним і входить в сумарний потенціал електрон-фононної взаємодії поряд з компонентами, що змінюються в масштабах постійної решітки. Останнє веде до зміни енергії носія заряду. Зменшення $V_j(r)$ по суті еквівалентно зменшенню поля Лоренца, пропорційного $P/3\epsilon_0$, де P – сумарна поляризація. Величина поля в конкретній точці r_0 визначається внеском від всіх інших осциляторів, обмежених об'ємом квантової точки. Водночас величина електричної поляризації решітки найбільша для станів з $q \rightarrow 0$, число яких також зменшується за рахунок ефектів просторового обмеження (фактор II).

Таким чином, можна припустити, що основною причиною зменшення коефіцієнта $\partial E_g / \partial T$ при переході до квантових точок малих розмірів є зменшення їх об'єму і пов'язане з цим зменшення числа елементарних комірок (осциляторів), а також зміни коливального спектра точок при просторовому обмеженні періодичності пружних властивостей їх кристалічної решітки. Обидва чинники зменшують результуючий макроскопічний потенціал, завдяки якому електрон взаємодіє з решіткою.

Лінійність залежності $E_g(T)$ для стекол, що містять точки малого розміру ($\bar{r} < a_B$), в рамках моделі, яка описується формулою Варшні, може пояснюватись зменшенням температури Дебая. Дійсно, якщо в (1) покласти $\beta = 0$, то обчислена залежність $E_g(T)$ стане лінійною. Припущення про можливість зменшення температури Дебая до нуля ($\theta \rightarrow 0$) висловлювалося ще в роботі [18], де теоретично досліджувалися випадки зниження мірності ланцюжкових і шаруватих кристалів. Було знайдено, що при зменшенні або відсутності взаємодії між шарами ймовірність розповсюдження пружних хвиль перпендикулярно шарам зменшувалася і наближалася до нуля. Однак, твердження про наближення θ до нуля може розглядатися в даному випадку лише як припущення, яке потребує подальшої експериментальної перевірки.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- [1] H.Y. Fan. Temperature Dependence of the Energy Gap in Semiconductors Phys. Rev., 82, 900 (1951).
- [2] Ch. Keffer, T.M. Hayes, A. Bienenstock. PbTe Debye-Waller Factors and Band-Gap Temperature Dependence Phys. Rev. Lett., 21, 1676 (1968).
- [3] Ph. Allen, V. Heine. Theory of the temperature dependence of electronic band structures J. Phys. C.: Sol. St. Phys., 9, 2305 (1976).
- [4] Б. Ридли. Квантовые процессы в полупроводниках (М., Мир, 1986).
- [5] L. Brusaferrri, S. Sanguinetti, E. Grilli, M. Guzzi, A. Bignazzi, F. Bogani, L. Carraresi, M. Colocci, A. Bosacchi, P. Frigeri, S. Franchi, Thermally activated carrier transfer and luminescence line shape in self-organized InAs quantum dots // Appl. Phys. Lett. 69(22) 3354-3356 (1996).
- [6] Y.P. Varshni. Temperature dependence of the energy gap in semiconductors // Physica, 34, 149-154 (1967).
- [7] F. Adler, M. Geiger, A. Bauknecht, D. Haase, P. Ernst, A. Dornen, F. Scholz, H. Schweizer, Self-assembled InAs/GaAs quantum dots under resonant excitation // J. Appl. Phys., 83, 1631 (1998).
- [8] N.R. Kulish, V.P. Kunets, M.P. Lisitsa Determination of semiconductor quantum dots parameters by optical methods // Superlattices and Microstructures, 22, N3, P. 341-351 (1997).
- [9] Физико-химические свойства полупроводниковых веществ. Справочник под ред. С.А. Медведева (М., Наука, 1979) с. 48.

- [10] Н.Р. Кулиш, В.П. Кузнец, М.П. Лисица, Н.И. Малыш. Эволюция спектров поглощения при переходе от объемных к квантово-размерным кристаллам $\text{CdS}_x\text{Se}_{1-x}$ // Укр. физ. журн., 37, 1141-1146 (1992).
- [11] V.P. Kunets. Model of optical transitions in A_2B_6 wurtzite type quantum dots // Semiconductor Physics, Quant. Electron. & Optoelectron., 4, 23-27 (1999).
- [12] В.С. Оскотский, И.Б. Кобяков, А.В. Солодухин. Температурная зависимость теплового расширения сульфида кадмия в интервале температур от 20 до 820 К // ФТТ, 22, 1478-1482 (1980).
- [13] Кунец В.П. Вплив гідростатичного тиску скляної матриці на оптичні властивості нанокристалів CdSSe // УФЖ.- 1998.- Т. 43, N1.- С. 64-69.
- [14] J.S. Marini, B. Stebe, E. Kartheuser. Exciton-phonon interaction in CdSe and CuCl polar semiconductor nanospheres // Phys. Rev. B, 50, 14 302 (1994).
- [15] E. Roca, C. Trallero-Giner, M. Cardona. Polar optical vibrational modes in quantum dots // Phys. Rev. B, 49, 13 704 (1994).
- [16] Kasunori Oshiro, Koji Akai, Mitsuru Matsuura. Polaron in a spherical quantum dot embedded in a nonpolar matrix // Phys. Rev B, 58, 7986 (1998).
- [17] Kulish N.R., Kunets V.P., Lisitsa M.P., Mlayah A. and Valakh M.Ya. Size effects in TEM investigations, absorption and raman scattering spectra of CdSSe nanocrystals embedded into glass matrices // УФЖ.- 2000.- Т. 45, N2.-С. 164-167.
- [18] Тарасов В.В. Теория теплоемкости цепных и слоистых структур. // Журнал физической химии. 1950. Т. 24. С. 111-128.

REFERENCES

- [1] H.Y. Fan. Temperature Dependence of the Energy Gap in Semiconductors Phys. Rev., 82, 900 (1951).
- [2] Ch. Keffer, T.M. Hayes, A. Bienenstock. PbTe Debye-Waller Factors and Band-Gap Temperature Dependence Phys. Rev. Lett., 21, 1676 (1968).
- [3] Ph. Allen, V. Heine. Theory of the temperature dependence of electronic band structures J. Phys. C.: Sol. St. Phys., 9, 2305 (1976).
- [4] B. Ridley. Kvantovye prochesi v poluprovodnicah. Moskva, Mir. – 1986. (Rus).
- [5] L. Brusaferrri, S. Sanguinetti, E. Grilli, M. Guzzi, A. Bignazzi, F. Bogani, L. Carraresi, M. Colocci, A. Bosacchi, P. Frigeri, S. Franchi, Thermally activated carrier transfer and luminescence line shape in self-organized InAs quantum dots // Appl. Phys. Lett. 69(22) 3354-3356 (1996).
- [6] Y.P. Varshni. Temperature dependence of the energy gap in semiconductors // Physica, 34, 149-154 (1967).
- [7] F. Adler, M. Geiger, A. Bauknecht, D. Haase, P. Ernst, A. Dornen, F. Scholz, H. Schweizer, Self-assembled InAs/GaAs quantum dots under resonant excitation // J. Appl. Phys., 83, 1631 (1998).
- [8] N.R. Kulish, V.P. Kunets, M.P. Lisitsa Determination of semiconductor quantum dots parameters by optical methods // Superlattices and Microstructures, 22, N3, P. 341-351 (1997).
- [9] Фізико-хімічні властивості полупроводникових речовин. Справочник под редакцією С.А. Медведєва. Москва. Наука. – 1979. Р. 48 (Rus).
- [10] N.R. Kulish, V.P. Kunets, M.P. Lisitsa, N.I. Malysh. Evolutsij spektrov pogloschenij pri perehode ot obiemnuh k kvantovo-razmernum kristalam $\text{CdS}_x\text{Se}_{1-x}$ // Ukrainskii fizicheskii jurnal, 37, 1141-1146 (1992) (Rus).
- [11] V.P. Kunets. Model of optical transitions in A_2B_6 wurtzite type quantum dots // Semiconductor Physics, Quant. Electron. & Optoelectron., 4, 23-27 (1999).
- [12] V.S. Oskotskii, I.B. Kobkiakov, A.V. Soloduhin. Temperaturnaj zavisimost teplovogo rasshirenij sulfida kadmij v intervale temperatur ot 20 do 820 K // Fizika tverdogo tela, 22, 1478-1482 (1980) (Rus)..
- [13] V.P. Kunets. Vpliv gidrostatichnogo tisku sklianoi matritsi na optichni vlastivosti nanokristaliv CdSSe // Ukrainskii fizicheskii jurnal. - V. 43, N1.- С. 64-69 (Rus).
- [14] J.S. Marini, B. Stebe, E. Kartheuser. Exciton-phonon interaction in CdSe and CuCl polar semiconductor nanospheres // Phys. Rev. B, 50, 14 302 (1994).
- [15] E. Roca, C. Trallero-Giner, M. Cardona. Polar optical vibrational modes in quantum dots // Phys. Rev. B, 49, 13 704 (1994).
- [16] Kasunori Oshiro, Koji Akai, Mitsuru Matsuura. Polaron in a spherical quantum dot embedded in a nonpolar matrix // Phys. Rev B, 58, 7986 (1998).

[17] Kulish N.R., Kunets V.P., Lisitsa M.P., Mlayah A. and Valakh M.Ya. Size effects in TEM investigations, absorption and Raman scattering spectra of CdSSe nanocrystals embedded into glass matrices // УФЖ.- 2000.- Т. 45, N2.-С. 164-167.

[18] V.V. Tarasov. Teorij teploemkosti tsepnih i sloistih struktur. // Jurnal fizicheskoi himii. 1950. V. 24. P. 111-128 (Rus).

РЕФЕРАТ

Малиш М.І. Вплив температури на форму краю поглинання квантових точок CdS_xSe_{1-x} / М.І. Малиш, М.Р. Куліш // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

В статті розглянуто особливості температурної залежності краю поглинання квантових точок CdS_xSe_{1-x} .

Об'єкт дослідження – нанокристали CdS_xSe_{1-x} .

Мета роботи – визначення температурної залежності оптичної ширини забороненої зони квантових точок CdS_xSe_{1-x} .

Метод дослідження – спектроскопія поглинання стекол легованих квантовими точками CdS_xSe_{1-x} .

В діапазоні 4.2-500 К досліджена температурна залежність оптичної енергетичної щільності $E_g(T)$ квантових точок CdS_xSe_{1-x} , синтезованих в боросилікатних скляних матрицях. Показано, що при $\bar{r} > a_B$ ($\bar{r}$ - середній радіус точок, a_B – радіус боровської орбіти екситона в монокристалі) вона повторює залежність $E_g(T)$ монокристалів і описується формулою Варшні у всьому дослідженому діапазоні температур. При переході до точок з $\bar{r} < a_B$ спостерігається зменшення коефіцієнта температурної зміни ширини забороненої зони і відхилення від залежності Варшні в інтервалі температур 4.2-100 К. Ці особливості пояснюються зменшенням результуючого макроскопічного потенціалу електрон-фононного взаємодії і модифікацією коливального спектра точок при зменшенні їх об'єму.

Результати статті дають нові знання про параметри квантових точок і можуть використовуватися для прогнозування характеристик нанокристалів в області криогенних температур.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – пошук шляхів створення нанорозмірних сенсорів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: НАНОКРИСТАЛ, ШИРИНА ЗАБОРОНЕНОЇ ЗОНИ, ТЕМПЕРАТУРА, КРАЙ ПОГЛИНАННЯ.

ABSTRACT

Malysh M.I., Kulish N.R. Effect temperature on form absorption CdS_xSe_{1-x} quantum dots. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

In the article was researched the evolution of the temperature dependence of the absorption edge of CdS_xSe_{1-x} quantum dots.

Object of study – the CdS_xSe_{1-x} nanocrystals.

Purpose – Determining the temperature dependence of the optical bandgap CdS_xSe_{1-x} quantum dots.

Research method – absorption spectroscopy of glasses doped CdS_xSe_{1-x} quantum dots.

The temperature dependence of the energy gap $E_g(T)$ in CdS_xSe_{1-x} quantum dots synthesized in a borosilicate glass matrix has been investigated in the range of 4.2—500 K. A dependence similar to that for bulk crystals is observed for dots with $\bar{r} > a_B$ ($\bar{r}$ is an average radius of the dot and a_B is the Bohr exciton radius in the bulk), which is described by Varshni formula within the whole temperature range. Deviations from the Varshni dependence in the range 4.2—100 K and smaller band gap temperature coefficient was observed for dots with $\bar{r} < a_B$. Results are explained in terms of the decrease of the macroscopic electron-phonon potential and the modification of the vibration spectrum peculiar to the dot volume shrinkage.

KEY WORDS: NANOCRYSTALS, BAND GAP, TEMPERATURE, ABSORPTION EDGE.

РЕФЕРАТ

Малыш Н.И. Влияние температуры на форму края поглощения квантовых точек CdS_xSe_{1-x} / Н.И. Малыш, Н.Р. Кулиш // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье рассмотрены особенности температурной зависимости края поглощения CdS_xSe_{1-x} квантовых точек.

Объект исследования – нанокристаллы CdS_xSe_{1-x} .

Цель работы – определение температурной зависимости оптической ширины запрещенной зоны квантовых точек CdS_xSe_{1-x} .

Метод исследования – спектроскопия поглощения стекол легированных квантовыми точками CdS_xSe_{1-x} .

В диапазоне 4.2 – 500 К исследована температурная зависимость оптической энергетической щели $E_g(T)$ квантовых точек CdS_xSe_{1-x} , синтезированных в боросиликатной стеклянной матрице.

Показано, что при $\bar{r} > a_B$ ($\bar{r}$ – средний радиус точек, a_B – радиус боровской орбиты экситона в монокристалле) она повторяет зависимость $E_g(T)$ монокристаллов и описывается формулой Варшни во всем исследованном диапазоне температур. При переходе к точкам с $\bar{r} < a_B$ наблюдается уменьшение коэффициента температурного изменения ширины запрещенной зоны и отклонение от зависимости Варшни в интервале температур 4.2—100 К. Наблюдаемые особенности объясняются уменьшением результирующего макроскопического потенциала электрон-фононного взаимодействия и модификацией колебательного спектра точек при уменьшении их объема.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: НАНОКРИСТАЛЛЫ, ШИРИНА ЗАПРЕЩЕННОЙ ЗОНЫ, ТЕМПЕРАТУРА, КРАЙ ПОГЛОЩЕНИЯ.

АВТОРИ

Малиш М.І., кандидат фізико-математичних наук, Національний транспортний університет, доцент кафедри фізики, e-mail: M_Malysh@ukr.net, тел. 0508257165, Україна, 02090, м. Київ, вул. Новаторів 22 В, к. 351.

Куліш М.Р., доктор фізико-математичних наук, Інститут фізики напівпровідників імені В.Є. Лашкарева, НАН України, Київ, Україна e-mail: n_kulish@yahoo.com, тел. +380951027563, Україна, 03028, м. Київ, вул. Велика Китаївська 10, к. 10.

AUTHORS

Malysh M.I. Candidate of physical-mathematical sciences, National Transport University, associate professor department of physic, e-mail: M_Malysh@ukr.net, tel. 0508257165, Ukraine, 02090, Kyiv, Novotoriv str. 22 B, of. 351.

Kulish N.R., doctor of physical-mathematical sciences V. Lashkaryov, Institute of Semiconductor Physics, NAS of Ukraine, e-mail: n_kulish@yahoo.com, tel. +380951027563, Ukraine, 03028, Kyiv, Velika Kitaevska str 10, of. 10.

АВТОРЫ

Малыш Н.И., кандидат физико-математических наук, Национальный транспортный университет, доцент кафедры физики, e-mail: M_Malysh@ukr.net, тел. 0508257165, Украина, 02090, г. Киев, ул. Новаторов 22 В, к. 351.

Кулиш Н.Р., доктор физико-математических наук, Институт физики полупроводников имени В.Е. Лашкарева, НАН Украины, Киев, Украина, e-mail: n_kulish@yahoo.com, тел. +380951027563, Украина, 03028, м. Киев, ул. Большая Китаевская 10, к. 10.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Данчук В.Д. доктор фізико-математичних наук, доцент, Національний транспортний університет, професор кафедри інформаційних і транспортних технологій, Київ, Україна.

Стрельчук В.В., доктор фізико-математичних наук, Інститут фізики напівпровідників імені В.Є. Лашкарева НАН України, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Danchuk V.D., doctor of physical and mathematical sciences, National transport university, professor, department of information and truck technology, Kyiv, Ukraine.

Strelchuk V.V., doctor of physical-mathematical sciences V. Lashkaryov Institute of semiconductor physics, Kyiv, Ukraine.

УДК 539.3
UDC 539.3

НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНІЙ СТАН ТОВСТИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ОБОЛОНОК
ПІД ДІЄЮ ЛОКАЛЬНИХ ДОТИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ
ЗА РІЗНИХ УМОВ ЗАКРІПЛЕННЯ КОНТУРА

Марчук О.В., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Рассказов О.О., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ,
Україна

Гнедаш С.В., Національний транспортний університет, Київ, Україна
Левківський С.А., Національний транспортний університет, Київ, Україна

THICK CYLINDRICAL SHEATH STRESS STRAIN BEHAVIOR UNDER THE INFLUENCE
OF LOCAL SHEARING STRESS LOAD AT DIFFERENT CONTOUR FITTING CONDITIONS

Marchuck O.V., Eng.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Raskazov O.O., Eng.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Gnedash S.V., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Levkivskiy S.A., National Transport University, Kyiv, Ukraine

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ТОЛСТЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ
ОБОЛОЧЕК ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЛОКАЛЬНЫХ КАСАТЕЛЬНЫХ НАГРУЗОК
ПРИ РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ ЗАКРЕПЛЕНИЕ КОНТУРА

Марчук А.В., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев,
Украина
Рассказов А.О., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев,
Украина

Гнедаш С.В., Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Левковский С.А., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

При розрахунку товстих оболонок виникає необхідність урахування зміни кривизни по товщині на рівні побудови рівнянь рівноваги і їх розв'язання, що є достатньо складною задачею. В переважній більшості відомих моделей розрахунку кривизна вважається константою і приймається на рівні серединної поверхні. Перелік таких робіт можна знайти в оглядах Григоренко Я.М. і його співавторів [1-5], Гузя А.Н., Чернишенко И.С., Шнеренко К.И. [6], Немиша Ю.Н., Хоми И.Ю. [7] і ін.

В публікаціях практично відсутні роботи по розрахунку товстих оболонок великої кривизни за різних граничних умов, з розміром площі навантаження сумірної з товщиною оболонки.

В даній статті представлено до розгляду підхід, який дозволяє розглядати напружено-деформований стан товстих оболонок великої кривизни в умовах осесиметричного згину. Підхід засновано на розділенні циліндричної оболонки по товщині концентричними поверхнями на ряд складових циліндричних оболонок, достатньо тонких, щоб можна було нехтувати зміною їх кривизни по товщині. Задовольняючи умовам контакту на зовнішніх поверхнях між складовими оболонками, описуємо напружено-деформований стан заданої оболонки з дискретним урахуванням зміни кривизни по товщині. Для апроксимації шуканих функцій і по товщині, і в плані притягуються поліноми.

Компоненти тензора деформацій циліндричної оболонки в умовах осесиметричної деформації визначаються на основі наступних співвідношень (вісь x направлена уздовж твірної оболонки):

$$e_{xx}^{(k)} = \frac{\partial U_x^{(k)}}{\partial x}; e_{\theta\theta}^{(k)} = \frac{1}{r} U_r^{(k)}; e_{rr}^{(k)} = \frac{\partial U_r^{(k)}}{\partial r}; 2e_{xr}^{(k)} = \frac{\partial U_x^{(k)}}{\partial r} + \frac{\partial U_r^{(k)}}{\partial x}. \quad (1)$$

Напруження записані на основі закону Гука.

$$\begin{aligned}
\sigma_{xx}^{(k)} &= C_{xx} \frac{\partial U_x^{(k)}}{\partial x} + C_{x\theta} \frac{1}{r} U_r^{(k)} + C_{xr} \frac{\partial U_r^{(k)}}{\partial r}; \\
\sigma_{\theta\theta}^{(k)} &= C_{\theta x}^{(k)} \frac{\partial U_x^{(k)}}{\partial x} + C_{\theta\theta}^{(k)} \frac{1}{r} U_r^{(k)} + C_{\theta r}^{(k)} \frac{\partial U_r^{(k)}}{\partial r}; \\
\sigma_{rr}^{(k)} &= C_{rx}^{(k)} \frac{\partial U_x^{(k)}}{\partial x} + C_{r\theta}^{(k)} \frac{1}{r} U_r^{(k)} + C_{rr}^{(k)} \frac{\partial U_r^{(k)}}{\partial r}; \\
\sigma_{xr}^{(k)} &= G_{xr}^{(k)} \left(\frac{\partial U_x^{(k)}}{\partial r} + \frac{\partial U_r^{(k)}}{\partial x} \right);
\end{aligned} \tag{2}$$

Введемо наступну апроксимацію шуканих переміщень [8]:

$$\begin{aligned}
U_x^{(k)}(x, r) &= U_l^{(k)}(x) f_l^{(k)}(r) + \frac{\partial}{\partial x} W_p^{(k)}(x) \varphi_p^{(k)}(r); \\
U_r^{(k)}(x, r) &= W_p^{(k)}(x) \beta_p^{(k)}(r) \quad (l=1,2; \quad p=1,2,3),
\end{aligned} \tag{3}$$

де $U_1^{(k)}(x), U_2^{(k)}(x)$ – тангенціальні переміщення на лицьових поверхнях конструкції;

$W_1^{(k)}, W_2^{(k)}$ – нормальні переміщення на лицьових поверхнях конструкції, $W_3^{(k)}$ – функція зсуву;

$f_1^{(k)}(r), f_2^{(k)}(r), \beta_1^{(k)}(r), \beta_2^{(k)}(r)$ – задані поліноми першої степені;

$\varphi_1^{(k)}(r), \varphi_2^{(k)}(r), \beta_3^{(k)}(r)$ – другої степені; $\varphi_3^{(k)}(r)$ – третьої степені.

Варіація потенційної енергії деформації з урахуванням введеної апроксимації за товщиною має вигляд:

$$\begin{aligned}
\delta\Pi &= \int_0^L \int_{a_{k-1}}^{a_k} \left\{ [C_{xx} \frac{\partial(U_l^{(k)}(x) f_l^{(k)}(r) + \frac{\partial}{\partial x} W_p^{(k)}(x) \varphi_p^{(k)}(r))}{\partial x} + \right. \\
&+ (C_{x\theta} \frac{1}{r} + C_{xr} \frac{\partial}{\partial r}) W_p^{(k)}(x) \beta_p^{(k)}(r)] \delta \frac{\partial(U_l^{(k)}(x) f_l^{(k)}(r) + \frac{\partial}{\partial x} W_p^{(k)}(x) \varphi_p^{(k)}(r))}{\partial x} + \\
&+ [C_{\theta x} \frac{\partial(U_l^{(k)}(x) f_l^{(k)}(r) + \frac{\partial}{\partial x} W_p^{(k)}(x) \varphi_p^{(k)}(r))}{\partial x} + \\
&+ (C_{\theta\theta} \frac{1}{r} + C_{\theta r} \frac{\partial}{\partial r}) W_p^{(k)}(x) \beta_p^{(k)}(r)] \delta \frac{1}{r} W_p^{(k)}(x) \beta_p^{(k)}(r) + \\
&+ [C_{rx} \frac{\partial(U_l^{(k)}(x) f_l^{(k)}(r) + \frac{\partial}{\partial x} W_p^{(k)}(x) \varphi_p^{(k)}(r))}{\partial x} + \\
&+ (C_{r\theta} \frac{1}{r} + C_{rr} \frac{\partial}{\partial r}) W_p^{(k)}(x) \beta_p^{(k)}(r)] \delta \frac{\partial W_p^{(k)}(x) \beta_p^{(k)}(r)}{\partial r} + \\
&+ G_{xr}^{(k)} [\frac{\partial(U_l^{(k)}(x) f_l^{(k)}(r) + \frac{\partial}{\partial x} W_p^{(k)}(x) \varphi_p^{(k)}(r))}{\partial r} + \frac{\partial W_p^{(k)}(x) \beta_p^{(k)}(r)}{\partial x}] * \\
&\left. * \delta [\frac{\partial(U_l^{(k)}(x) f_l^{(k)}(r) + \frac{\partial}{\partial x} W_p^{(k)}(x) \varphi_p^{(k)}(r))}{\partial r} + \frac{\partial W_p^{(k)}(x) \beta_p^{(k)}(r)}{\partial x}] \right\} dr dx,
\end{aligned} \tag{4}$$

де $(\bar{l}=1,2; \quad \bar{p}=1,2,3)$, L – довжина оболонки;

a_{k-1}, a_k – координати зовнішніх поверхонь k -тої складової оболонки за віссю r .

Після перетворень

$$\begin{aligned}
\delta \Pi = \int_0^L \{ & [D11_{ll}^{(k)} \frac{\partial U_l^{(k)}(x)}{\partial x} + (D12_{lp}^{(k)} \frac{\partial^2}{\partial x^2} + D13_{lp}^{(k)} \frac{1}{r^{(k)}} + D14_{lp}^{(k)}) W_p^{(k)}(x)] \delta \frac{\partial U_l^{(k)}(x)}{\partial x} + \\
& + [D21_{ll}^{(k)} \frac{\partial U_l^{(k)}(x)}{\partial x} + (D22_{lp}^{(k)} \frac{\partial^2}{\partial x^2} + D23_{lp}^{(k)} \frac{1}{r^{(k)}} + D24_{lp}^{(k)}) W_p^{(k)}(x)] \delta \frac{\partial^2 W_p^{(k)}(x)}{\partial x^2} + \\
& + [(D31_{ll}^{(k)} + \frac{1}{r^{(k)}} D41_{ll}^{(k)}) \frac{\partial U_l^{(k)}(x)}{\partial x} + \\
& + ((D32_{lp}^{(k)} + \frac{1}{r^{(k)}} D42_{lp}^{(k)}) \frac{\partial^2}{\partial x^2} + (D33_{lp}^{(k)} \frac{1}{r^{(k)}} + D43_{lp}^{(k)} \frac{1}{r^{(k)2}}) + \\
& + (D34_{lp}^{(k)} + \frac{1}{r^{(k)}} D44_{lp}^{(k)}) W_p^{(k)}(x)] \delta W_p^{(k)}(x) + \\
& + [(T11_{ll}^{(k)} + \frac{1}{r^{(k)}} T21_{ll}^{(k)}) U_l^{(k)}(x) + (T12_{lp}^{(k)} + \frac{1}{r^{(k)}} T22_{lp}^{(k)}) \frac{\partial W_p^{(k)}(x)}{\partial x}] \delta U_l^{(k)}(x) + \\
& + [(T31_{ll}^{(k)} + \frac{1}{r^{(k)}} T41_{ll}^{(k)}) U_l^{(k)}(x) + \\
& + (T32_{lp}^{(k)} + \frac{1}{r^{(k)}} T42_{lp}^{(k)}) \frac{\partial W_p^{(k)}(x)}{\partial x}] \delta \frac{\partial W_p^{(k)}(x)}{\partial x} \} dx
\end{aligned} \quad (5)$$

Варіація роботи зовнішнього навантаження на лицьових поверхнях шару може бути записана таким чином:

$$\delta A = \int_0^L (q_{xl}^{(k)}(x) \delta U_l^{(k)}(x) + q_{lp}^{(k)}(x) \delta W_p^{(k)}(x)) dx, \quad (6)$$

де $q_{r3}^{(k)}(x) = 0$.

Рівняння рівноваги шару циліндричної оболонки одержуємо на основі варіаційного рівняння Лагранжа.

$$\delta \Pi - \delta A = 0. \quad (7)$$

Після перетворень отримуємо диференціальні рівняння рівноваги шару циліндричної оболонки.

$$\begin{aligned}
& BB_{ll}^{(k)} \frac{\partial^2 U_l^{(k)}(x)}{\partial x^2} + (BT_{ll}^{(k)} + \frac{1}{r^{(k)}} BP_{ll}^{(k)}) U_l^{(k)}(x) + \\
& + BD_{lp}^{(k)} \frac{\partial^3 W_p^{(k)}(x)}{\partial x^3} + (BS_{lp}^{(k)} + \frac{1}{r^{(k)}} BC_{lp}^{(k)}) \frac{\partial W_p^{(k)}(x)}{\partial x} = q_{1l}^{(k)}; \\
& DB_{pl}^{(k)} \frac{\partial^3 U_l^{(k)}(x)}{\partial x^3} + (DS_{pl}^{(k)} + \frac{1}{r^{(k)}} DC_{pl}^{(k)}) \frac{\partial U_l^{(k)}(x)}{\partial x} + \\
& + DD_{pp}^{(k)} \frac{\partial^4 W_p^{(k)}(x)}{\partial x^4} + (DT_{pp}^{(k)} + \frac{1}{r^{(k)}} DP_{pp}^{(k)}) \frac{\partial^2 W_p^{(k)}(x)}{\partial x^2} + \\
& + (DU_{pp}^{(k)} + \frac{1}{r^{(k)}} DZ_{pp}^{(k)}) W_p^{(k)}(x) = q_{1p}^{(k)};
\end{aligned} \quad (8)$$

Якщо у варіаційне рівняння (7) підставити відому апроксимацію шуканих функцій по плану скінченного елемента [9]

$$\begin{aligned} U_l^{(k)}(x) &= U_{l1}^{(k)} f_{u1}(x) + U_{l2}^{(k)} f_{u2}(x); \\ W_p^{(k)}(x) &= W_{p1}^{(k)} f_{w1}(x) + \alpha_{p1}^{(k)} f_{w2}(x) + W_{p2}^{(k)} f_{w3}(x) + \alpha_{p2}^{(k)} f_{w4}(x), \end{aligned} \quad (9)$$

де $f_{u1}(x) = 1 - x/a$; $f_{u2}(x) = x/a$;

$$f_{w1}(x) = \frac{2x^3 - 2ax^2 + a^3}{a^3}; \quad f_{w2}(x) = \frac{x^3 - 2ax^2 + a^2x}{a^2};$$

$$f_{w3}(x) = \frac{-2x^3 + 3ax^2}{a^3}; \quad f_{w4}(x) = \frac{x^3 - ax^2}{a^2}, \quad a - \text{довжина скінченного елемента,}$$

отримаємо рівняння рівноваги скінченного елемента шару оболонки.

$$\begin{aligned} \int_0^a [& (D11_{ll}^{(k)} \frac{\partial f_{us}(x)}{\partial x} \frac{\partial f_{u\bar{s}}(x)}{\partial x} + (T11_{ll}^{(k)} + \frac{1}{r^{(k)}} T21_{ll}^{(k)}) f_{us}(x) f_{u\bar{s}}(x)) U_{ls}^{(k)} + \\ & + ((D12_{lp}^{(k)} \frac{\partial^2}{\partial x^2} + D13_{lp}^{(k)} \frac{1}{r^{(k)}} + D14_{lp}^{(k)}) f_{wc}(x) \frac{\partial f_{u\bar{s}}(x)}{\partial x} + \\ & + (T12_{lp}^{(k)} + \frac{1}{r^{(k)}} T22_{lp}^{(k)}) \frac{\partial f_{wc}(x)}{\partial x} f_{u\bar{s}}(x)) \bar{W}_{pc}^{(k)} - q_{xl}^{(k)}(x) f_{u\bar{s}}(x)] \delta U_{l\bar{s}}^{(k)} + \\ & + [(D21_{ll}^{(k)} \frac{\partial f_{us}(x)}{\partial x} \frac{\partial^2 f_{w\bar{c}}(x)}{\partial x^2} + (D31_{ll}^{(k)} + \frac{1}{r^{(k)}} D41_{ll}^{(k)}) \frac{\partial f_{us}(x)}{\partial x} f_{w\bar{c}}(x) + \\ & + (T31_{ll}^{(k)} + \frac{1}{r^{(k)}} T41_{ll}^{(k)}) f_{us}(x) \frac{\partial f_{w\bar{c}}(x)}{\partial x}) U_{ls}^{(k)} + \\ & + ((D22_{lp}^{(k)} \frac{\partial^2}{\partial x^2} + D23_{lp}^{(k)} \frac{1}{r^{(k)}} + D24_{lp}^{(k)}) f_{wc}(x) \frac{\partial^2 f_{w\bar{c}}(x)}{\partial x^2} + \\ & + ((D32_{lp}^{(k)} + \frac{1}{r^{(k)}} D42_{lp}^{(k)}) \frac{\partial^2}{\partial x^2} + (D33_{lp}^{(k)} \frac{1}{r^{(k)}} + D43_{lp}^{(k)} \frac{1}{r^{(k)^2}}) + \\ & + (D34_{lp}^{(k)} + \frac{1}{r^{(k)}} D44_{lp}^{(k)}) f_{wc}(x) f_{w\bar{c}}(x) + \\ & + (T32_{lp}^{(k)} + \frac{1}{r^{(k)}} T42_{lp}^{(k)}) \frac{\partial f_{wc}(x)}{\partial x} \frac{\partial f_{w\bar{c}}(x)}{\partial x}) \bar{W}_{pc}^{(k)} - \\ & - q_{rp}^{(k)}(x) f_{w\bar{c}}(x)] \delta \bar{W}_{p\bar{c}}^{(k)}] dx = 0, \end{aligned} \quad (10)$$

де $\bar{W}_{p1}^{(k)} = W_{p1}^{(k)}$; $\bar{W}_{p2}^{(k)} = \alpha_{p1}^{(k)}$; $\bar{W}_{p3}^{(k)} = W_{p2}^{(k)}$; $\bar{W}_{p4}^{(k)} = \alpha_{p2}^{(k)}$.

Запропонована методика тестована зіставленням з відомими результатами розрахунку товстих оболонок [1,10,11]. Отримано близький збіг результатів розрахунку.

Проведемо аналіз напружено-деформованого стану чотиришарової ортотропної оболонки з наступними фізико-механічними характеристиками: $E_x^{(1)} / E_\theta^{(1)} = 25/1$; $E_\theta^{(1)} = E_r^{(1)}$; $G_{x\theta}^{(1)} / E_r^{(1)} = 0.5/1$; $G_{\theta r}^{(1)} / E_r^{(1)} = 0.2/1$; $G_{xr}^{(1)} = G_{x\theta}^{(1)}$; $\nu_{x\theta}^{(1)} = \nu_{xr}^{(1)} = \nu_{\theta r}^{(1)} = 0.25$; $L/h = 10$; $h/R = 1/5$. Решта шарів повернена по черзі на 90° . Оболонка навантажена на внутрішній поверхні по всій довжині рівномірно-розподіленим дотичним навантаженням. Розглядається шарнірне та жорстке закріплення шарів на контурі. В силу симетрії оболонки та навантаження розрахунок проводиться для половини оболонки, яка розбивається у плані на 20 елементів. Кожен шар ділиться на 4 частини за товщиною. Проводиться просторовий розрахунок (M1) та розрахунок з виключенням обтиснення та зсуву (M2) за рахунок відповідного задання характеристик жорсткості. Результати розрахунку

($\bar{U}_r = U_r E_3 / q_{11}$; $\bar{\sigma}_{xx} = \sigma_{xx} / q_{11}$; $\bar{\sigma}_{\theta\theta} = \sigma_{\theta\theta} / q_{11}$) у центральній точці на зовнішніх поверхнях оболонки приведені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Напружено-деформований стан оболонки, що навантажена по всій довжині

Шарнірний край						Жорсткий край					
$\bar{U}_r$		$\bar{\sigma}_{xx}$		$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$		$\bar{U}_r$		$\bar{\sigma}_{xx}$		$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	
M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2
0.378	0.458	-23.1	-11.5	-0.147	-0.013	0.342	0.440	-17.7	-7.08	-0.101	0.027
0.346	0.458	-0.087	-0.156	1.55	2.05	0.272	0.440	0.054	0.021	1.25	2.00

У таблиці 2 наведені результати розрахунку цієї оболонки, але навантаженої дотичним навантаженням у центрі по штампу довжиною, яка дорівнює товщині оболонки. При розрахунку оболонка у плані ділилася на 100 елементів.

Таблиця 2 – Напружено-деформований стан оболонки, що навантажена локальним навантаженням

Шарнірний край						Жорсткий край					
$\bar{U}_r$		$\bar{\sigma}_{xx}$		$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$		$\bar{U}_r$		$\bar{\sigma}_{xx}$		$\bar{\sigma}_{\theta\theta}$	
M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2
0.083	0.034	-12.6	-2.73	-0.107	-0.019	0.083	0.034	-12.6	-2.68	-0.107	-0.019
0.032	0.034	0.027	0.059	0.153	0.167	0.032	0.034	0.029	0.060	0.151	0.167

Результати розрахунку вказують на необхідність застосування просторових моделей для розрахунку товстих циліндричних оболонок. Нехтування обтісненням та зсувом приводить до неприпустимої похибки навіть для рівномірно-розподіленого навантаження по всій довжині оболонки. У разі локального навантаження розбіжність таких розрахунків зростає. Спосіб закріплення товстих оболонок на контурі при аналізі напружено-деформованого стану у зоні локального штампу, що діє у її центрі, суттєвого значення не має.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Григоренко Я.М., Василенко А.Т., Панкратова Н.Д. Статика анизотропных толстостенных оболочек. –К.: Вища школа, 1985.– 190 с.
2. Григоренко Я.М., Василенко А.Т., Панкратова Н.Д. Задачи теории упругости неоднородных тел. – К.: Наукова думка, 1991.– 216 с.
3. Григоренко Я.М., Влайков Г.Г., Григоренко А.Я. Численно-аналитическое решение задач механики оболочек на основе различных моделей. –К.: Академперіодика, 2006. – 472 с.
4. Grigorenko, Ya.,M., Yaremchenko, S.,N.: Refined analysis of the stress state of orthotropic elliptic cylindrical shells with variable geometrical parameters // Int. Appl. Mech. –2008.– 40,N9.– P. 998-1005.
5. Grigorenko, Ya.,M., Grigorenko, A.,Ya., Zakhariychenko, L.,I.: Study of effect of the geometrical parameters on the stress state of cylindrical shells with corrugated elliptic cross-section // Int. Appl. Mech.- 2009.– 43,N12.– P. 1372-1379.
6. Гузь А.Н., Чернышенко И.С., Шнеренко К.И. Концентрация напряжений около отверстий в оболочках из композитных материалов // Прикладная механика. – 2001.–37,N2 С. 3–43.
7. Немиш Ю.Н., Хома И.Ю. Напряженно-деформированное состояние нетонких оболочек и пластин. Трехмерная теория (обзор) // Прикладная механика.– 1991.–27,N11 С. 3–26.
8. Марчук А.В., Пискунов В.Г. Статика, колебания и устойчивость композитных панелей с пологим искривлением слоев. 1.Статика и колебания // Механика композитных материалов.– 1999.– 35,N4.– С. 423–434.
9. Зенкевич О., Морган К. Конечные элементы и аппроксимация. –М.: Мир.– 1986.–318 с.

10. Марчук А.В., Пискунов В.Г. Расчет слоистых конструкций полуаналитическим методом конечных элементов // Механика композитных материалов. – 1997. – 33, №6. – С. 781–785.

11. Марчук А.В., Ильченко Я.Л., Гнедаш С.В. Анализ напряженно-деформированного состояния толстых цилиндрических оболочек // Прикладная механика. – 2011. – Т47, №4, – С. 119-126.

REFERENCES

1. Grigorenko I.M., Vasilenko A.T., Pankratova N.D. Thick-walled shell anisotropic statics. – K.: Vyshcha Shkola, 1985. – 190 p. (Rus)

2. Grigorenko I.M., Vasilenko A.T., Pankratova N.D. Non-homogeneous objects elasticity theory goals. K.: Naukova Dumka, 1991 – 216 p. (Rus)

3. Grigorenko I.M., Vlaikov G.G., Grigorenko A.I. Shell mechanics problems numerical analytic solution on the basis of different models. K.: Akademperiodika, 2006 – 472 p. (Rus)

4. Grigorenko I.M., Iaremchenko, S.N.: Refined analysis of the stress state of orthotropic elliptic cylindrical shells with variable geometrical parameters // Int. Appl. Mech.-2008. – 40, №9.- P. 998-1005.

5. Grigorenko Ya., M., Grigorenko, A., Ya., Zakhariychenko, L., I. : Study of effect of the geometrical parameters on the stress state of cylindrical shells with corrugated elliptic cross-section // Int. Appl. Mech.-2009.- 43, №12.- P.1372-1379 .

6. Guz A. N., Chernyshenko I. S., Shnerenko K. I. Accumulation of stresses at the composite shell holes. // Applied mechanics. – 2001. – 37, №2 3-43 p. (Rus)

7. Nemish I. N., Khoma I. I. Stress strain behavior of thin shells and bases. Three dimensional theory. (survey) // Applied mechanics. – 1991. – 27, №11 3-26 p. (Rus)

8. Marchuck A. V., Piskunov V. G. Statics, oscillations and fixity of composite panels with flat layer curvature. Statics and oscillations// Composite materials mechanics. – 1999 – 35, №4. – 423–434 p. (Rus)

9. Zenkevich O., Morgan K. Finite elements and approximation. M.: Mir. – 1986. – 318 p. (Rus)

10. Marchuck A. V., Piskunov V. G. Sandwich structure calculation via semianalytic method of finite elements. // Composite materials mechanics. – 1997. – 33, №6. – 119-126 p. (Rus)

11. Marchuck A. V., Ilchenko I. L., Gnedash S. V. Thick cylindrical sheaths stress strain behavior analysis. // Applied mechanics – 2011. – Т47, №4, – 119 -126 p. (Rus)

РЕФЕРАТ

Марчук О.В. Напружено-деформований стан товстих циліндричних оболонок під дією локальних дотичних навантажень за різних умов закріплення контура / О.В. Марчук, О.О. Рассказов, С.В. Гнедаш, С.А. Левківський // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

У статті запропонований підхід до розрахунку товстих композитних циліндричних оболонок у стані осесиметричного згинання.

Об'єкт дослідження – статичний напружено-деформований стан композитних циліндричних оболонок.

Мета роботи – дослідження напружено-деформованого стану товстих циліндричних оболонок під дією локальних дотичних навантажень за різних умов закріплення контура.

Метод дослідження – розроблена авторами математична модель напружено-деформованого стану товстих циліндричних оболонок, та її реалізація на основі поліноміальної апроксимації.

Побудовано підхід до дослідження напружено-деформованого стану товстих циліндричних композитних оболонок. Підхід засновано на розділенні циліндричної оболонки по товщині концентричними поверхнями на ряд складових циліндричних оболонок, достатньо тонких, щоб можна було нехтувати зміною їх кривизни по товщині. Задовольняючи умовам контакту на зовнішніх поверхнях між складовими оболонками, описуємо напружено-деформований стан заданої оболонки, з дискретним урахуванням зміни кривизни по товщині. В підході для апроксимації шуканих функцій в плані і за товщиною використовують поліноми. Проведено аналіз напружено-деформованого стану оболонок в зоні локального дотичного навантаження при різних умовах на контурі.

Результати статті можуть бути використані при розрахунку циліндричних оболонок з композитного матеріалу.

Прогнозовані припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – динамічний напружено-деформований стан композитних циліндричних оболонок.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ТОВСТІ ЦИЛІНДРИЧНІ ОБОЛОНКИ, ЛОКАЛЬНІ ДОТИЧНІ НАВАНТАЖЕННЯ, РІЗНІ КОНТУРНІ УМОВИ.

ABSTRACT

Marchuck O.V., Raskazov O.O., Gnedash S.V., Levkivskiy S.A. Thick cylindrical sheath stress strain behavior under the influence of local shearing stress load at different contour fitting conditions. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

Calculation of thick cylindrical sheath in the state of non-symmetrical bend approach has been suggested in the article.

The object of studying is static stress strain behavior of composite cylindrical sheath.

The aim of work is stress strain behavior investigation of thick cylindrical sheath under the influence of local shearing stress load at different contour fittings.

Research method: stress behavior mathematical model of thick cylindrical sheath condition and its implementing on the basis of polynomial approximity has been developed by the authors.

An approach has been built to stress strain behavior investigation of composite thick cylindrical sheath. The approach is based on cylindrical sheath thickness division by concentric surfaces into the number of composite cylindrical sheaths which are thin enough to ignore their thickness curve change. Satisfying contacts conditions on outward surfaces between sheath composites we describe stress strain behavior of the given sheath taking into consideration thickness curve changes. Polynoms are used in the approach for approximation wanted functions according to the plan and by the thickness. Stress strain behavior of sheath in the zone of local shearing stress load in different conditions on the contour has been completed.

The article conclusions may be used while calculating cylindrical sheaths of composite material.

There are predictable suppositions concerning the development of the object under study such as composite cylindrical sheaths dynamic stress strain behavior state.

KEY WORDS: THICK CYLINDRICAL SHEATHS, LOCAL SHEARING STRESS LOAD, DIFFERENT CONTOUR STATES.

РЕФЕРАТ

Марчук А.В. Напряженно-деформированное состояние толстых цилиндрических оболочек под действием локальных касательных нагрузок при различных условиях закрепления контура / А.В. Марчук, А.А. Рассказов, С.В. Гнедаш, С.А. Левковский // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье предложен подход к расчету толстых композитных цилиндрических оболочек в состоянии осесимметрического изгиба.

Объект исследования – статическое напряженно-деформированное состояние композитных цилиндрических оболочек.

Цель работы – исследование напряженно-деформированного состояния толстых цилиндрических оболочек под действием локальных касательных нагрузок при различных условиях закрепления контура.

Метод исследования – разработанная авторами математическая модель напряженно-деформированного состояния толстых цилиндрических оболочек, и ее реализация на основе полиномиальной аппроксимации.

Построен подход к исследованию напряженно-деформированного состояния толстых цилиндрических композитных оболочек. Подход основан на разделении цилиндрической оболочки по толщине концентрическими поверхностями на ряд составляющих цилиндрических оболочек, достаточно тонких, чтобы можно было пренебрегать изменением их кривизны по толщине. Удовлетворяя условиям контакта на внешних поверхностях между составляющими оболочками, описываем напряженно-деформированное состояние заданной оболочки, с дискретным учетом изменения кривизны по толщине. В подходе к аппроксимации искомых функций в плане и по толщине используют полиномы. Проведен анализ напряженно-деформированного состояния оболочек в зоне локальной касательной нагрузки при различных условиях на контуре.

Результаты статьи могут быть использованы при расчете цилиндрических оболочек из композитного материала.

Прогнозируемые предположения относительно развития объекта исследования – динамическое напряженно-деформированное состояние композитных цилиндрических оболочек.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ТОЛСТЫЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ОБОЛОЧКИ, ЛОКАЛЬНЫЕ КАСАТЕЛЬНЫЕ НАГРУЗКИ, РАЗНЫЕ КОНТУРНЫЕ УСЛОВИЯ.

АВТОРИ:

Марчук Олександр Васильович, доктор технічних наук, Національний транспортний університет, професор кафедри опору матеріалів і машинознавства, e-mail: ksm_ntu@ukr.net, тел. +380994256775, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к. 113.

Рассказов Олександр Олегович, доктор технічних наук, Національний транспортний університет, професор, завідувач кафедрою теоретичної та прикладної механіки, e-mail: arasskazov@ukr.net, тел. +380672432648, Україна, 01103, м. Київ, вул. Кіквідзе, 42, к. 608.

Гнедаш Сергій Вікторович, Національний транспортний університет, аспірант кафедри опору матеріалів і машинознавства, e-mail: ksm_ntu@ukr.net, тел. +380635231860, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к. 113.

Левківський Сергій Анатолійович, Національний транспортний університет, старший викладач кафедри дорожніх машин, e-mail: sergey_levkovsky@ukr.net, тел. +380978316547, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к. 226.

AUTHORS:

Marchuck Alexander V., D.Eng., National Transport University professor, Mechanical engineering and strength of materials department professor, e-mail: ksm_ntu@ukr.net, tel. +380994256775 Ukraine, 01010, Kiev, Suvorova str. 1, of. 113.

Raskazov Alexander O., D.Eng., National Transport University professor, Theoretical and applied mechanics department head professor, e-mail: arasskazov@ukr.net, tel. +380672432648 Ukraine, 01103, Kiev, Kikvizde str. 42, of. 608.

Gnedash Sergij V., National Transport University, postgraduate, department of mechanical engineering and strength of materials, e-mail: ksm_ntu@ukr.net, tel. +3800635231860 Ukraine, 01010, Kiev, Suvorova str. 1, of. 113.

Levkivskiy Sergii A., National Transport University, Road vehicles department senior lecturer, e-mail: sergey_levkovsky@ukr.net, tel. +380978316547 Ukraine, 01010, Kiev, Suvorova str. 1, of. 226.

АВТОРЫ:

Марчук Александр Васильевич, доктор технических наук, Национальный транспортный университет, профессор кафедры сопротивления материалов и машиноведения, e-mail: ksm_ntu@ukr.net, тел. +380994256775, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к. 113.

Рассказов Александр Олегович, доктор технических наук, Национальный транспортный университет, профессор, заведующий кафедрой теоретической и прикладной механики, e-mail: arasskazov@ukr.net, тел. +380672432648, Украина, 01103, г. Киев, ул. Киквидзе, 42, к. 608.

Гнедаш Сергей Викторович, Национальный транспортный университет, аспирант кафедры сопротивления материалов и машиноведения, e-mail: ksm_ntu@ukr.net, тел. +380635231860, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к. 113.

Левковский Сергей Анатольевич, Национальный транспортный университет, старший преподаватель кафедры дорожных машин, e-mail: sergey_levkovsky@ukr.net, тел. +380978316547, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к. 226.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Кисельов В.Б., доктор технічних наук, професор, Академія муніципального управління, професор, завідувач кафедрою автоматизованого управління технологічними процесами, Київ, Україна.

Гуляев В.І., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедрою вищої математики, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Kiselev V.B., D.Eng., Municipal management academy professor, Automated process control department head professor, Kiev, Ukraine.

Gulyaev V.I., D.Eng., National Transport University professor, Higher mathematics department head professor, Kiev, Ukraine.

СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ МОНІТОРИНГУ ПЕРЕДУМОВ
ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОЕКТУ EcoBRU

Матейчик В.П., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Хрутьба В.О., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Горідько Н.М., Національний транспортний університет, Київ, Україна

STATISTICAL ANALYSIS OF MONITORING RESULTS
OF PREREQUISITES FOR EcoBRU PROJECT IMPLEMENTATION

Mateichyk V.P., D., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Khrutba V.A., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Horid'ko N.M., National Transport University, Kyiv, Ukraine

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ МОНИТОРИНГА
ПРЕДПОСЫЛОК ВНЕДРЕНИЯ ПРОЕКТА EcoBRU

Матейчик В.П., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Хрутьба В.А., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Горидько Н.М., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Formulation of the problem. International cooperation is an integral part of the activity of National Transport University (NTU) and an important tool in ensuring the quality of education and its compliance with international standards. One of the priorities for the development of international activity of the university is its fruitful cooperation with European universities, research institutions and organizations within the framework of TEMPUS international educational projects. Nowadays, NTU is the national coordinator of three TEMPUS projects, namely "Ecological Education for Belarus, Russia and Ukraine (EcoBRU)", "Centres of Excellence for young REsearches (CERES)", and "Fostering the Knowledge Triangle in Belarus, Ukraine and Moldova (FKTBUM)".

An important prerequisite for EcoBRU project implementation is the analysis of project participants' level of knowledge, values and expectations, which will smooth out the difference between the indicators for education quality improvement in the field of environmental education at all levels of the educational system. To do this, it is necessary to collect the required information and to process it statistically with the aim of presenting data in a form suitable for analysis. Carrying out such analysis aims at identifying certain patterns in the process of knowledge management of project participants [1].

The aim is to carry out the statistical analysis of monitoring results of prerequisites for EcoBRU project implementation. To achieve this aim the following tasks have been set:

- to analyse the peculiarities and aims of EcoBRU project;
- to characterize the participants of EcoBRU project;
- to justify the choice of method for obtaining statistical information and to investigate project participants' level of knowledge, values and expectations;
- to carry out the statistical analysis of monitoring results of prerequisites for EcoBRU project implementation and to identify areas of implementation of continuous environmental education of university lecturers of different levels of accreditation and school teachers in Ukraine.

The basic material. Project 543707-TEMPUS-1-2013-1-DE-TEMPUS-JPHES "Ecological Education for Belarus, Russia and Ukraine (EcoBRU)" is a logical continuation of the previous project "Environmental Management for Russia and Ukraine (UMRU)" and it is the intensification of international collaboration of scientists and university lecturers in the field of nature conservation. The project contributes to the continuous training of Belarusian, Russian and Ukrainian teachers of vocational schools and colleges and school teachers. E-learning programme – training courses in environmental education – is being developed and implemented for this target group. The intention of Belarusian, Russian and Ukrainian governments to improve and enhance the environmental education at all levels of the educational system is therefore supported.

The main aims of the project are:

- to develop training programs on environmental education for teachers in the context of multi-level educational system in Belarus, Russia and Ukraine;
- to test, implement, officially recognize and use in future distance learning courses in environmental education of teachers in the context of multi-level educational system;
- to implement and modernize environmentally oriented curricula.

To achieve the aims of the project the consortium includes partners with different expertise and experience in implementing vocational education programmes, in implementing TEMPUS projects or experience in joint project activity. Project coordination is carried out by the University of Bremen (Bremen, Germany). The implementation is carried out by universities of partner countries from Gomel, Minsk and Vitebsk in Belarus; Lipetsk, Magnitogorsk, Novgorod, Novosibirsk, Rostov-on-Don and St. Petersburg in Russia; Kyiv, Simferopol, Sevastopol, Chernivtsi and Pereyaslav-Khmelnytskyi in Ukraine. The support, in turn, is provided by university and non-university European partners from Germany, Latvia, Slovakia and the Czech Republic. The analysis of project participants showed that each of them deals with environmental problems in different areas: industrial technologies and processes, infrastructure and spatial planning, transport, economics, etc.

Prerequisites for the project implementation envisage coordination towards the development of training materials and training courses for different target groups. To determine the level of knowledge, values and expectations of project participants and to identify the differences between the indicators of education quality improvement in the field of ecology at all levels of the educational system and reliability assessment of these differences, statistical research of project participants is conducted. Statistical research plan includes the following steps:

- 1) the formulation of research objectives and determining the desired sample size (the aim, objects of the study, their number, what features are taken into account, what object characteristics are evaluated);
- 2) the collection of relevant data, the choice of reasonable form of data submission for further study, their visual representation after partial processing;
- 3) conducting final processing of statistical data and their study.

It results in definite conclusions. Usually the objects are examined according to their specific characteristics. Thus, to identify the differences between the indicators of education quality improvement in the field of ecology at all levels of the educational system, the following features were established - environmental behavior, environmental education, knowledge of environmental laws and regulations of environmental management, environmental economics, professional training.

The object of the study is National Transport University lecturers and teachers of Kyiv Transport and Economic College (29.7%), NTU 1st, 3rd, 5th-year students majoring in "Ecology and Environmental Protection" (59.4%), NTU third-year students majoring in "Vocational Education Teaching" (10.9%). The total sample size is 101 persons. The following parameters were taken into account: the area of study, the current level of environmental knowledge, the period of study, age and gender of the participants. The necessity to obtain additional knowledge about the environment and the area of this knowledge are assessed as the characteristics of the objects.

To collect the necessary data a questionnaire as a method of research was proposed. The popularity of this method is explained by the variety and quality of sociological information that can be obtained. This method is based on the statements of individuals and is conducted to identify subtle nuances of respondents' opinions. The survey results will be used by project partners to develop the ways of improving training programmes of various educational disciplines in order to raise environmental awareness [2].

For different types of participants there were developed three types of questionnaires which reflected the status of the participant, i.e. "lecturer", "teacher", "student". Here is the general idea of developed questionnaires. The proposed questionnaires included three blocks. The questionnaire began with a preamble addressing the respondent. It stated who conducts the research, the purpose of the research, the nature of the use of the results, the anonymous nature of the questionnaire, a way of filling the questionnaire and the gratitude for participating in the survey. Next comes the main part of the questionnaire which contains blocks of questions to the respondents, and the third part, demographic questions, which provides information about the respondents (gender, age, education, place of residence, social status, etc.). The main part of the questionnaire contains 73 questions that are divided into groups: questions that reveal the knowledge of environmental problems - 15 questions (20.5%), determine the level of general environmental education - 5 questions (6.8%), characterize the environmental behavior of the respondent - 12 questions (16.4%), show the knowledge of environmental laws and rules of nature use - 9 questions (12.3%), the knowledge of

environmental economics - 2 questions (2.7%) and questions that reflect the professional training of the participant - 30 questions (41.1%).

Surveying each respondent lasted no more than 30-40 minutes.

More complicated questions are placed after easier ones. The first question is neutral - neither debatable nor sensitive. Difficult questions are placed in the middle of the questionnaire so that the respondent "is involved" in the subject. The questions are clear and easy to understand to all respondents and they meet the logical requirements: first, it is the establishment of a fact, event and then its assessment [3,4].

According to the content the questions of the questionnaire were divided into:

- questions about the facts by which information about the environmental effects, about disciplines studied by the respondents, and professional training in ecology, etc. is obtained;
- questions about the knowledge of specific environmental aspects (legislation or environmental economics), the purpose of which is to find out what the respondent knows and what he can tell. Normally these are the questions which have the purpose to identify the level of awareness of the respondent and his knowledge in the field of environmental protection;
- questions about respondent's opinion on environmental education, they are intended to fix the facts, wishes, expectations, future plans and they deal with any problems and the personality of the respondent;
- questions about the motives of environmental activities.

By their logical nature the questions included:

- basic questions, the answers to which is the basis for making conclusions about the phenomena studied;
- screener questions - are asked to weed out incompetent persons in the survey of environmental education problems;
- benchmarking questions to test stability, consistency and truthfulness of responses, to determine their validity;
- questions that suggest, assist the respondent in correct understanding of the basic question, in finding the exact answer.

The fragment of the developed questionnaire for students of vocational and higher education institutions is presented on Fig. 1.

Tempus IV-Projekt EcoBRU

Мой возраст ☒ 2 ☒ 3

Пол ☒ мужской ☐ женский

Я изучаю ☐ естественные науки ☒ технологии ☐ дидактику / методику / педагогику

При этом я изучаю основные дисциплины 1 Экономика 2 Экологический аудит 3

Я свое обучение ☐ закончил до 1/3 ☐ до 2/3 ☒ почти закончил

Рекомендация к использованию опросником: пожалуйста, внимательно прочтите все вопросы и дайте на них четкие ответы! Ответьте, пожалуйста, на следующие вопросы, отметив крестиком свой вариант ответа в одной из граф (справа). ВЫБЕРИТЕ ТОЛЬКО ОДИН ВАРИАНТ ОТВЕТА!

№	Вопросы	согласен	частично согласен	более не согласен	не согласен
1	Экологическое образование должно как можно раньше начинаться в школе.	☐	☒	☐	☐
2	Экология как междисциплинарная наука должна быть неотъемлемой частью общественно-политического образования.	☒	☐	☐	☐
3	В современном обществе важно не только иметь экологические знания, но и уметь их придерживаться и правильно применять.	☒	☐	☐	☐
4	Чтобы действовать экологически разумно необходимо иметь экологические знания о компонентах окружающей среды.	☒	☐	☐	☐
5	Экологическое негативное поведение можно преодолеть с помощью убеждения.	☐	☒	☐	☐
6	Экологический самоконтроль помогает эффективно контролировать последствия экологического потребительского поведения.	☒	☐	☐	☐
7	Культура экологического поведения потребителя значит намного больше, чем государственное регулирование производства и сферы труда.	☒	☐	☐	☐
8	Экологически ориентированная экономика делает общество богаче, потому что экономит ресурсы и исключает возможный ущерб.	☒	☐	☐	☐
9	Экологически нежелательное поведение должно быть законодательно наказуемо.	☐	☐	☒	☐

Figure 1 – The fragment of the questionnaire for students of vocational and higher education institutions

After gathering the necessary information, its structuring involves the identification of parameters and objects where they should be measured, as well as indicators that should be fixed for this. The formalization usually involves the procedures of sampling, access to information and its fixation and measuring procedures. Structured and formalized information is research data, and the process of formalization is collection of data. Typically, statistical programmes serve as a matrix of "object-feature" type. In data matrix each row is given one object (1, 2, ..., n), and each column is given one feature of the variable ($X_1, X_2, \dots, X_k$). At the intersection of i-row and j-column there is value x_{ij} – j-feature for object with number i [5,6].

Table 1 shows the results of the survey data according to indicators of education quality improvement for all target groups of respondents, expressed in %.

Table 1 – The results of the survey data according to indicators of education quality improvement for all target groups of respondents (%)

Indicators of education quality improvement	Agree	Partly agree	More disagree than agree	Disagree
Environmental education (secondary), X_1	72,73	19,09	6,36	1,82
Environmental education (higher), X_2	63,64	28,93	6,61	0,83
Environmental behaviour, X_3	38,70	46,74	11,88	2,68
The knowledge of environmental laws and rules of nature use, X_4	46,91	34,78	14,87	3,43
Environmental economics, X_5	59,09	36,36	4,55	0,00
The professional training of the lecturers, X_6	49,44	40,09	9,13	1,34

The results of data analysis of table 1 indicate a high level of respondents' agreement on the necessity of training in environmental education for teachers and lecturers in the context of multi-level educational system according to all indicators of education quality improvement. It is especially typical for secondary education (the level of agreement is 72.73%). The relatively high values of variant "partly agree" according to the indicators of education quality improvement X_3 - X_6 indicate a lack of respondents' awareness on these issues.

The example of survey results for the indicator "environmental behaviour" for lecturers and students majoring in "Ecology and Environmental Protection (EEP)" is shown on Fig. 2. Fig. 3 shows the example of survey results for the indicator "environmental behaviour" for students majoring in "Vocational Education Teaching (VET)".

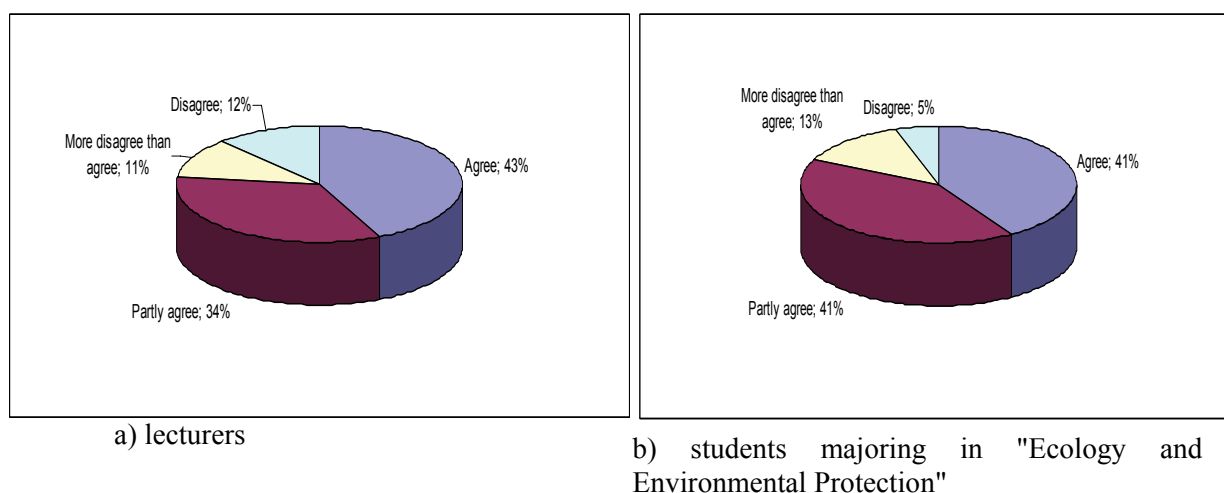


Figure 2 – Survey results of target groups for the indicator "environmental behaviour"

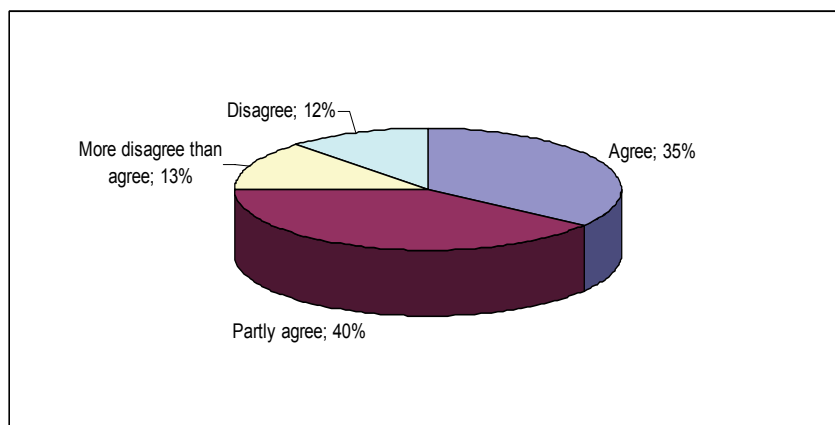


Figure 3 – Survey results for the indicator "environmental behaviour" for students majoring in "Vocational Education Teaching"

The analysis of the survey results in terms of "environmental behaviour" shows that both lecturers and students majoring in "Ecology and Environmental Protection (EEP)" agree with the necessity to form environmental behaviour and public consciousness (43% and 41% respectively). But the number of answers "disagree" (12% and 5% respectively) implies that lecturers assess the situation more real, while the students majoring in "Ecology and Environmental Protection" because of their age and lack of experience have rather an idealized idea. The analysis of the survey results of students majoring in "Vocational Education Teaching (VET)" (Pic. 3) shows that the environmental consciousness of respondents has not been sufficiently developed yet or they just lack special knowledge of ecology, stressing the number of answers "partly agree" (40%).

For each indicator of education quality improvement the frequency of variants (m) - agree; partly agree; more disagree than agree and disagree - for each target group (assessment object) and the relative frequency of the variants ($\frac{m}{n}$) were rated. The results of the relative frequency of variants for the indicator "environmental behaviour" are presented in Table 2.

The sum of the relative frequencies of the sample is 1.

Table 2 – The results of the relative frequency of variants for the indicator "environmental behaviour"

Target group	NTU lecturers	College teachers	Students of VET I	Students of EEP I	Students of EEP III	Students of EEP V
Variant "agree"						
Counting, m	85	70	44	90	101	105
Frequency, $\frac{m}{n}$	0,17	0,14	0,09	0,18	0,20	0,21
Variant "partly agree"						
Counting, m	60	60	48	84	122	86
Frequency, $\frac{m}{n}$	0,13	0,13	0,10	0,18	0,26	0,19

For the data presented in Table 2 root-mean-square deviation and variance of the survey results were determined. The difference between any dimension of the sample x and the arithmetic mean of this sample is referred to as a deviation of variant x_i from $\bar{X}$: $x - \bar{X}$.

For the indicator "environmental behaviour" the arithmetic mean of the variant "agree" is 90.2. To find root-mean-square deviation of existing data of parent population the following formula is used:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n}}, \quad (1)$$

where x_i is the value of i-variant, $i=1, \dots, n$, $\bar{X}$ is arithmetic mean, n is parent population. Root-mean-square deviation $\sigma = 0,395$. Since the biased variance $D(X) = \sigma^2$, then $D(X) = 0,156$.

Describing a whole population by its part only, it is impossible to avoid errors called non-sampling errors. Even in ideal survey work there are errors of this type. Non-sampling error of the arithmetic mean depends on two variables: the variety of features in parent population and the size of the sample. The lower the variety (root-mean-square deviation indicates its value) and the greater the number of objects selected for the research the lower the value of non-sampling error of sample arithmetic mean.

To calculate this, the following formula is used:

$$\Delta = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (2)$$

The value of non-sampling error is $\Delta = \frac{0,395}{\sqrt{5}} \approx 0,176$.

The reliability of differences between groups of individual indicators can be determined by Fisher criterion using the following formula:

$$F = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)^2}{\sigma_z^2} \cdot \frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2} \geq F_{\alpha} \left(\begin{matrix} v_1 = 1 \\ v_2 = n_1 + n_2 \end{matrix} \right), \quad (3)$$

where F is Fisher criterion, $\bar{X}_1$ and $\bar{X}_2$ are arithmetic means; σ_z^2 is random variant calculated by the following formula:

$$\sigma_z^2 = \frac{n_1 \cdot (n_1 - 1) \cdot \Delta_z^2}{n_1 + n_2 - 2}, \quad (4)$$

where n_1, n_2 are the number of dimensions in groups.

Calculated Fisher criterion is compared with the standard Fisher criterion for three values of the reliability level of 0.95, 0.99 and 0.999 [7,8].

Let us calculate the reliability of difference between the groups of indicators of environmental education for secondary and higher education institutions for variant "agree". Group sampling for both variants is presented in Table 3.

Table 3 – The results of appearance of variant "agree" of the indicator "environmental education" for all target groups

Target group	NTU lecturers	College teachers	Students of VET I	Students of EEP I	Students of EEP III	Students of EEP V
The indicator of secondary environmental education						
Counting, m	54	55	69	60	80	64
The indicator of higher environmental education						
Counting, m	111	92	49	118	154	132

For the indicator "environmental education (secondary)" the arithmetic mean of the variant "agree" is 63.7. The value of root-mean-square deviation calculated by the formula (1) is $\sigma = 1,118$. The value of non-sampling error is $\Delta = \frac{1,118}{\sqrt{5}} \approx 0,498$.

The value of random variant is: $\sigma_1^2 = \frac{6 \cdot 5 \cdot 0,498^2}{5+6-2} = 0,896$.

For the indicator "environmental education (higher)" the arithmetic mean of the variant "agree" is 109,33. The value of root-mean-square deviation calculated by the formula (1) is $\sigma = 3,15$. The value of non-sampling error is $\Delta = \frac{3,15}{\sqrt{5}} \approx 1,408$. The value of random variant is: $\sigma_1^2 = \frac{6 \cdot 5 \cdot 1,408^2}{5+6-2} = 6,608$.

Then the value of Fisher criterion can be calculated by the formula (3). Calculated criterion is:

$$F = \frac{(109,33 - 63,7)^2}{0,896} \cdot \frac{6 \cdot 5}{6+5} = 138,89.$$

Standard value of Fisher criterion is 19,7.

So, $F \geq F_{st\left\{\begin{smallmatrix} v_1=1 \\ v_2=n_1+n_2 \end{smallmatrix}\right\}}$, which indicates the reliability of differences between the groups of indicators of secondary and higher environmental education.

A statistical analysis of the survey of target groups of EcoBRU project identified common elements in corresponding indicators of education quality improvement in the field of ecology at all levels of the educational system. It allowed to choose the subject area of training programmes on environmental education for teachers and lecturers in the context of multi-level educational system in Belarus, Russia and Ukraine. To implement the project in Ukraine there were offered 5 areas: organizational and methodological basis for the creation of environmental culture (4.1%), environmental management (4.3%), information technology (4.7%), pedagogy (6.7%), environmental safety and environmental protection (9.4%) (Fig. 4).

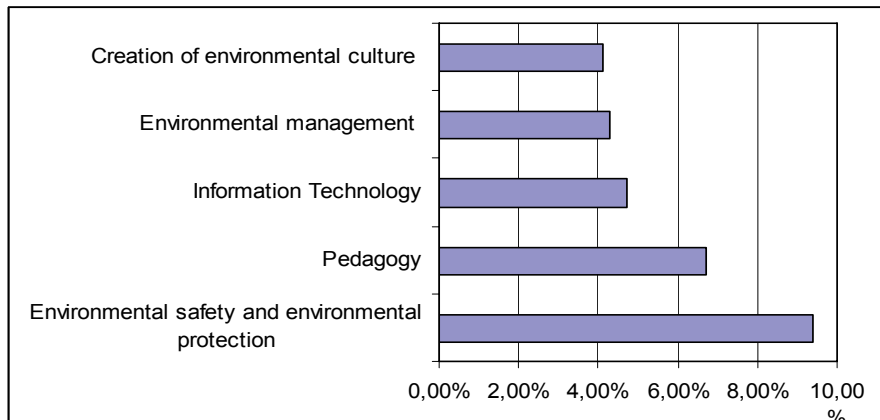


Figure 4 – Subject area of e-learning courses

Conclusions. Thus, the analysis of peculiarities, aims and participants of EcoBRU project allowed to explore their level of knowledge, values and expectations. The collected information enabled to carry out the statistical analysis of monitoring results of prerequisites for EcoBRU project implementation. A statistical analysis of the survey results of project target groups identified the areas of implementation of continuous environmental education of university lecturers of different levels of accreditation and school teachers in Ukraine.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. <http://ecobru.ntu.edu.ua/>
2. Грабовецький Б.Є. Методи експертних оцінок: теорія, методологія, напрямки використання. Монографія. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 171 с.
3. Соціологія : підручник / авт. кол.: В. І. Волович та ін. – 6-е вид., перероб. та доповн. – К. : Центр учбової л-ри, 2009. – 808 с.
4. Hull D.L. Systemic Dynamic Social Theory. Sociological Quarterly, Vol. 11, Issue 3, 1970. – pp. 351-363.
5. Статистична обробка експериментальних даних: Навчальний посібник / О.П. Мельниченко, І.Л. Якименко, Р.Л. Шевченко – Біла Церква, 2006. – 34 с.
6. Tabachnick, B.G., Fidell, L.S. Using Multivariate Statistics. — Boston: Pearson Education, 2012.
7. Статистика : навч. посібник / Р. Я. Баран та ін. – Чернівці : Наші книги, 2008. – 240 с.
8. Cameron, A.A., Trivedi, P.K. Regression Analysis of Count Data. — Cambridge: Cambridge University Press, 2013. (eng).

REFERENCES

1. <http://ecobru.ntu.edu.ua/>
2. Grabovetskiy B. Ye. Delphi method: theory, methodology, ways of use. Monograph. – Vinnytsya: VNTU, 2010. – 171 p.(Ukr)
3. Sociology: textbook / V.I. Volovych and others. – 6th edition, altered and supplemented. – K.: The Centre for Educational Literature, 2009. – 808 p. (Ukr)
4. Hull D.L. Systemic Dynamic Social Theory. Sociological Quarterly, Vol. 11, Issue 3, 1970. – pp. 351-363.
5. Statistical analysis of experimental data: Manual / O.P. Melnychenko, I.L. Yakymenko, R.L. Shevchenko. – BilaTserkva, 2006. – 34 p. (Ukr).
6. Tabachnick, B.G., Fidell, L.S. Using Multivariate Statistics. — Boston: Pearson Education, 2012.
7. Statistics: manual / R. Ya. Baran and others. – Chernivtsi: Our Books, 2008.- 240 p. (Ukr).
8. Cameron, A.A., Trivedi, P.K. Regression Analysis of Count Data. — Cambridge: Cambridge University Press, 2013.

РЕФЕРАТ

Матейчик В.П. Статистичний аналіз результатів моніторингу передумов впровадження проекту EcoBRU / В.П. Матейчик, В.О. Хрутьба, Н.М. Горідько // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

У статті представлений аналіз рівня знань, цінностей та очікувань учасників проекту EcoBRU програми TEMPUS. Проект сприяє безперервному навчанню у сфері екології на усіх рівнях освітньої системи. При реалізації проектів ТЕМПУС зазвичай не враховуються закономірності управління знаннями учасників проекту. Зібрана інформація та її статистична обробка спрямовані на визначення напрямків впровадження в Україні безперервного екологічного навчання викладачів ВНЗ різних рівнів акредитації та вчителів загальноосвітніх шкіл.

Метою роботи є статистичний аналіз результатів моніторингу передумов впровадження проекту EcoBRU. Для досягнення цієї мети в роботі вирішуються наступні **завдання**:

- проаналізувати особливості та цілі проекту EcoBRU;
- охарактеризувати учасників проекту EcoBRU;
- обґрунтувати вибір методу одержання статистичної інформації та провести дослідження рівня знань, цінностей та очікувань учасників проекту;
- здійснити статистичну обробку результатів моніторингу передумов впровадження проекту EcoBRU та визначити напрямки впровадження в Україні безперервного екологічного навчання викладачів ВНЗ різних рівнів акредитації та вчителів загальноосвітніх шкіл.

Результати аналізу даних опитування дозволили визначити показники поліпшення якості навчання всіх цільових груп респондентів. Для кожного показника поліпшення якості навчання була оцінена частота появи варіанти згоден; частково згоден; більше не згоден, ніж згоден та не згоден для кожної цільової групи та відносна частота появи варіанти. За цими даними розраховане значення помилки репрезентативності. За критерієм Фішера вдалося встановити достовірності різниць між групами показників середньої та вищої екологічної освіти. Результати статистичного аналізу

анкетування цільових груп проекту EcoBRU виявили спільні елементи у відповідних показниках поліпшення якості навчання у сфері екології на усіх рівнях освітньої системи. Це дозволить партнерам проекту вибрати тематику програм підвищення кваліфікації з екологічної освіти для вчителів і викладачів у контексті багаторівневої системи освіти у Білорусі, Росії і Україні з метою формування екологічної свідомості.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕКОЛОГІЧНИЙ ПРОЕКТ, СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ, БЕЗПЕРЕРВНА ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА, ПОКАЗНИКИ ПОЛІПШЕННЯ ЯКОСТІ НАВЧАННЯ.

ABSTRACT

Mateichyk V., Khrutba V., Horid'ko N. Statistical analysis of monitoring results of prerequisites for EcoBRU project implementation. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

The paper analyzes the level of knowledge, values and expectations of EcoBRU project participants of TEMPUS programme. The project promotes lifelong learning in ecology at all levels of the educational system. Certain patterns in the process of knowledge management of project participants are usually not taken into account when implementing TEMPUS projects. The information collected and its statistical analysis are aimed at identifying the areas of implementation of continuous environmental education of university lecturers of different levels of accreditation and school teachers in Ukraine.

The aim is to carry out the statistical analysis of monitoring results of prerequisites for EcoBRU project implementation. To achieve this aim the following **tasks** have been set:

- to analyse the peculiarities and aims of EcoBRU project;
- to characterize the participants of EcoBRU project;
- to justify the choice of method for obtaining statistical information and to investigate project participants' level of knowledge, values and expectations;
- to carry out the statistical analysis of monitoring results of prerequisites for EcoBRU project implementation and to identify areas of implementation of continuous environmental education of university lecturers of different levels of accreditation and school teachers in Ukraine.

The results of the survey data allowed to identify the indicators of education quality improvement for all target groups of respondents. For each indicator of education quality improvement the frequency of variants - agree; partly agree; more disagree than agree and disagree - for each target group and the relative frequency of the variants were rated. The value of non-sampling error was calculated using these data. Fisher criterion enabled to determine the reliability of differences between the groups of indicators of secondary and higher environmental education. A statistical analysis of the survey of target groups of EcoBRU project identified common elements in corresponding indicators of education quality improvement in the field of ecology at all levels of the educational system. This will allow the project partners to choose the subject area of training programmes on environmental education for teachers and lecturers in the context of multi-level educational system in Belarus, Russia and Ukraine in order to raise environmental awareness.

KEY WORDS: ENVIRONMENTAL PROJECT, STATISTICAL ANALYSIS, CONTINUOUS ENVIRONMENTAL EDUCATION, INDICATORS OF EDUCATION QUALITY IMPROVEMENT.

РЕФЕРАТ

Матейчик В.П. Статистический анализ результатов мониторинга предпосылок внедрения проекта EcoBRU / В.П. Матейчик, В.А. Хрутьба, Н.М. Горидько // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье представлен анализ уровня знаний, ценностей и ожиданий участников проекта EcoBRU программы TEMPUS. Проект способствует непрерывному обучению в сфере экологии на всех уровнях образовательной системы. При реализации проектов ТЕМПУС обычно не учитываются закономерности управления знаниями участниками проекта. Собранные информация и ее статистическая обработка направлены на определение направлений внедрения в Украине непрерывного экологического обучения преподавателей вузов разных уровней аккредитации и учителей общеобразовательных школ.

Целью работы является статистический анализ результатов мониторинга предпосылок внедрения проекта EcoBRU. Для достижения этой цели в работе решаются следующие **задачи**:

- проанализировать особенности и цели проекта EcoBRU;
- охарактеризовать участников проекта EcoBRU;
- обосновать выбор метода получения статистической информации и провести исследование уровня знаний, ценностей и ожиданий участников проекта;

- выполнить статистическую обработку результатов мониторинга предпосылок внедрения проекта ЕсоВРУ и определить направления внедрения в Украине непрерывного экологического обучения преподавателей вузов разных уровней аккредитации и учителей общеобразовательных школ.

Результаты анализа данных опроса позволили определить показатели улучшения качества обучения всех целевых групп респондентов. Для каждого показателя улучшения качества обучения была оценена частота появления варианты согласен; отчасти согласен; больше не согласен, чем согласен и не согласен для каждой целевой группы и относительная частота появления варианты. По этим данным рассчитано значение ошибки репрезентативности. По критерию Фишера удалось установить достоверности различий между группами показателей среднего и высшего экологического образования. Результаты статистического анализа анкетирования целевых групп проекта ЕсоВРУ обнаружили общие элементы в соответствующих показателях улучшения качества обучения в области экологии на всех уровнях образовательной системы. Это позволит партнерам проекта выбрать тематику программ повышения квалификации по экологическому образованию для учителей и преподавателей в контексте многоуровневой системы образования в Беларуси, России и Украины с целью формирования экологического сознания.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ, СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, НЕПРЕРЫВНОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ, ПОКАЗАТЕЛИ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБУЧЕНИЯ.

АВТОРИ:

Матейчик Василь Петрович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, кафедра екології і безпеки життєдіяльності, e-mail: wmate@ukr.net, тел. (044) 288-51-00, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 312.

Хрутьба Вікторія Олександрівна, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, кафедра екології і безпеки життєдіяльності, e-mail: hrutba@mail.ru, тел. (044) 288-51-00, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 312.

Горидько Наталія Михайлівна, старший викладач, Національний транспортний університет, кафедра іноземних мов, e-mail: natalia.horidko@ukr.net, тел. (044) 285-65-07, Україна, 01103, м. Київ, вул. Кіквідзе 42, к.611.

AUTHORS:

Mateichyk Vasyl', Doctor of Science in Technology, Professor, National Transport University, the Department of Ecology and Safety of Vital Functions, e-mail: wmate@ukr.net, tel. +38044 288-51-00, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, room 312.

Khrutba Viktoriia, Candidate of Science in Technology, Associate Professor, National Transport University, the Department of Ecology and Safety of Vital Functions, e-mail: hrutba@mail.ru, tel. +38044 288-51-00, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, room 312.

Horid'ko Natalia, senior lecturer, National Transport University, Foreign Languages Department, e-mail: natalia.horidko@ukr.net, tel. +38044 285-65-07, Ukraine, 01103, Kyiv, Kikvidze str. 42, room 611.

АВТОРЫ:

Матейчик Василий Петрович, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности, e-mail: wmate@ukr.net, тел. (044) 288-51-00, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 312.

Хрутьба Виктория Александровна, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности, e-mail: hrutba@mail.ru, тел. (044) 288-51-00, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 312.

Горидько Наталья Михайловна, старший преподаватель, Национальный транспортный университет, кафедра иностранных языков, e-mail: natalia.horidko@ukr.net, тел. (044) 285-65-07, Украина, 01103, г. Киев, ул. Киквидзе 42, к.611.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Федоряк М.М., доктор біологічних наук, професор, Чернівецький національний університет ім.Юрія Федьковича, професор кафедри екології та біомоніторингу, Чернівці, Україна.

Рутковська І.А., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, професор кафедри аеропортів, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Fedoryak M., Doctor of Science in Biology, Professor, Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Professor of the Department of Ecology and Biomonitoring, Chernivtsi, Ukraine.

Rutkovska I., Candidate of Science in Technology, National Transport University, Professor of the Department of Airports, Kyiv, Ukraine.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СТІЙКОСТІ ВЕРТИКАЛЬНИХ СВЕРДЛОВИН ДО СТАТИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ПРИ ОПЕРАЦІЇ ОПРЕСУВАННЯ

Худолій С.М., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ,
Україна

Мазурок П.С., ТОВ «Сервіс кріплення свердловин»

MATHEMATICAL MODELING OF VERTICAL WELLS STABILITY WITH RESPECT TO STATIC LOADS AT PRESSURE TESTING

Hoodoliy S.M., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine

Mazurok P.S. LTD "Service of Bore-Hole Strengthening"

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СКВАЖИН К СТАТИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ ПРИ ОПЕРАЦИИ ОПРЕССОВЫВАНИЯ

Худолій С.Н., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев,
Украина.

Мазурок П.С., ООО «Сервис крепления скважин»

Постановка проблеми.

В процесі будівництва та експлуатації, свердловина піддається складній комбінації знакозмінних навантажень. Проектною документацією передбачена робота свердловини протягом не менше ніж 11 років. Головною умовою безаварійної роботи свердловини протягом всього строку експлуатації є збереження герметичності. Під дією механічних, гідравлічних та термічних навантажень можливе порушення герметичності кріпів, внаслідок: руйнування цементного каменю, розшарування контакту «обсадна колона – цементний камінь», тріщиноутворення в цементному каменю.

Типи навантажень, які діють на систему:

- Надлишковий тиск всередині обсадної колони внаслідок нагнітання додаткових об'ємів рідини в процесі опресування.
- Нагнітання рідини в перфораційні отвори при проведенні операції по гідророзриву пластів.
- Вибухові та ударні навантаження при перфорації.
- Різкі температурні перепади

Кріплення представляє собою тришарове тіло «обсадна колона – цементний камінь – гірська порода».

«Свердловиною» вважається зацементована обсадна колона, на різних етапах будівництва свердловини (кондуктор, проміжна або технічна колона, експлуатаційна колона, хвостовик або бічний стовбур).

На контакті між цементним каменем та гірською породою існує так звана «фільтраційна кірка», яка представляє собою спресовані частини твердої фази бурового розчину, що утворюються на поверхні проникливих гірських порід в результаті фільтрації рідини із бурового розчину під дією перепаду тиску.

Аналіз досліджень і публікацій. Питанням дослідження напружено-деформованого стану зацементованих свердловин присвячено велику кількість наукових публікацій. У вітчизняній літературі можна відмітити статті [1-3] в яких звернуто увагу на необхідність формування вимог до властивостей цементного каменю [1] та дослідження тріщиностійкості всієї системи на етапах завершення свердловини та її функціонування [2,3]. В роботі [4] методом скінчених елементів проведено аналіз механічної поведінки низу вертикальних, горизонтальних та похилих свердловин. В роботі [5] на основі постановки плоскої задачі деформування свердловини досліджено поля напружень в обсадній трубі та породі з урахуванням можливої ексцентричності цементування системи. Стаття [6] присвячена вивченню механізму послаблення свердловини в результаті

зношування системи обсадна труба – цемент – порода. В статті [7] для дослідження стійкості конструкції застосовується тривимірна скінчено-елементна модель для випадку ексцентричного цементування системи. Впливу геотермічних збурень на циклічну поведінку низу свердловини присвячена робота [8]. В ній розглянуто вплив суцільного та спіненого цементу на усадку цементного каменя та стійкість системи. Відзначені публікації дозволяють зробити висновки, що процеси що супроводжують завершення свердловини досить складні та не достатньо вивчені, тому розглянута проблема є актуальною.

Мета роботи полягає у створенні математичної моделі і програмного забезпечення для комп'ютерного моделювання стійкості конструкцій свердловини (яка включає обсадну трубу, цементний камінь, глинисту кірку та навколишню породу) до дії статичних навантажень.

Основна частина.

В запланованому стані конструкція низу свердловини включає сталеву трубчасту обсадну колону, вставлену концентрично в циліндричну порожнину свердловини. Простір між зовнішньою поверхнею обсадної колони і стінкою свердловини заповнюється цементним розчином, який перетворюється при затвердінні в цементний камінь. На граничній циліндричній поверхні між цементним каменем і гірською породою утворюється так звана глиниста кірка, яка володіє проміжними фізико-механічними властивостями між цементом і породою. В якості гірської породи задано аргіліт. Схематичне зображення ділянки свердловини, що розглядається, представлено на рис. 1.

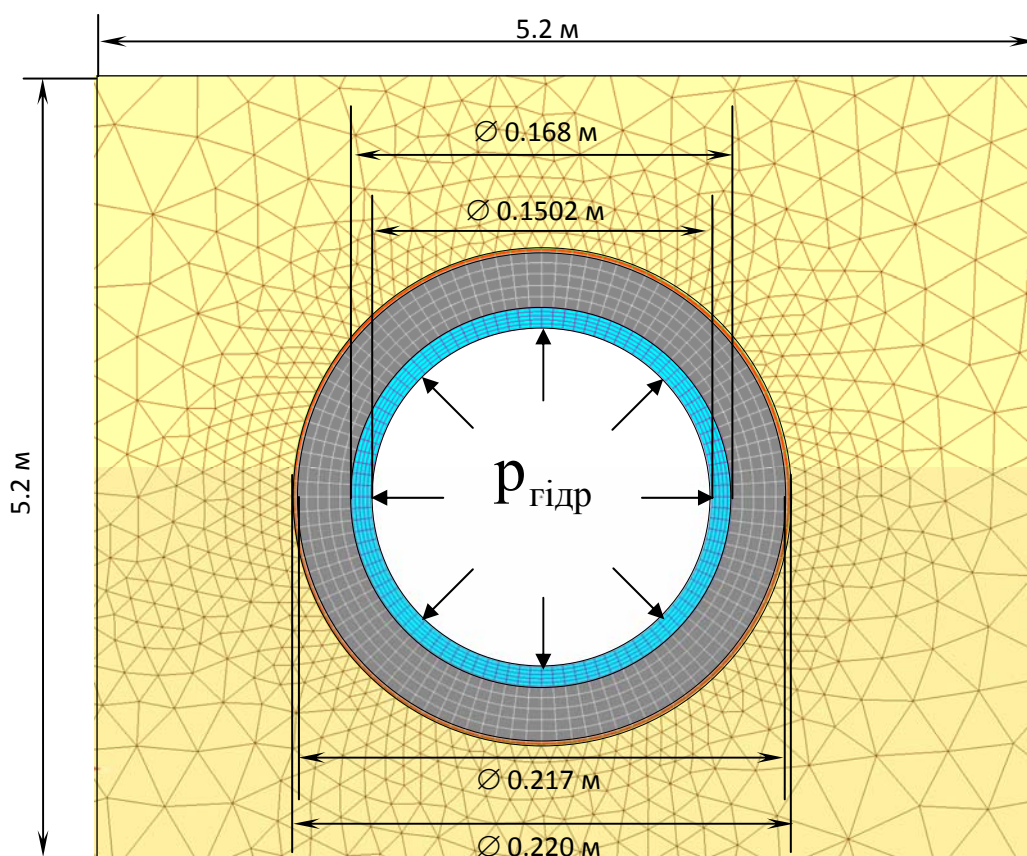


Рисунок 1 – Схема виділеної для розрахунку частини гірської породи з елементами конструкції обсадної труби

На схемі показано виділений для розрахунку переріз конструкції обсадної колони з ділянкою гірської породи розміром $5.2 \times 5.2 \text{ м}^2$ і заданими значеннями геометричних розмірів.

Вважається, що навантаження обсадної колони здійснюється за рахунок статичної дії внутрішнього тиску p .

Методика комп'ютерного моделювання напружено-деформованого стану низу свердловини. Моделювання статичного пружно-пластичного деформування системи здійснюється на основі рівнянь теорії пружності і пластичності. Вони включають рівняння рівноваги, нелінійні рівняння стану (діаграми навантаження) і рівняння кінематики, які пов'язують відносні деформації і переміщення. За допомогою методу скінченних елементів система диференціальних рівнянь з частинними похідними приводиться до системи нелінійних алгебраїчних рівнянь, які розв'язуються далі методом Ньютона у поєднанні з методом продовження розв'язку за параметром. Аналіз пружного деформування конструкції на кожному кроці реалізується розв'язком лінеаризованої системи алгебраїчних рівнянь для скінчено-елементної моделі

$$[K]\{\Delta u\} = \{\Delta f\} - \{r\} \quad (1)$$

Тут $[K]$ – лінеаризована матриця жорсткості системи; $\{\Delta u\}$ – шуканий вектор приростів переміщень; $\{\Delta f\}$ – вектор приростів заданих сил; $\{r\}$ – вектор нев'язок.

Далі за знайденими значеннями переміщень вузлів скінчених елементів підраховуються пружні і пластичні відносні деформації і напруження.

Точність скінченно-елементної апроксимації перевіряється шляхом згущення скінченно-елементної решітки.

Механічні властивості матеріалів, наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Механічні властивості матеріалів

	Матеріал	Модуль пружності E_1 , Па	Коефіцієнт Пуассона ν	Густина ρ , $\text{кг}/\text{м}^3$	Межа текучості σ_T , Па
1	Аргіліт	$7 \cdot 10^9$	0.2	2540	$18 \cdot 10^7$
2	Цементна кірка	$1,025 \cdot 10^{10}$	0.2	2300	$9,5 \cdot 10^7$
3	Цементний камінь	$1,35 \cdot 10^{10}$	0.25	2200	$1,03 \cdot 10^7$
4	Сталь	$2,06 \cdot 10^{11}$	0.3	7500	$35 \cdot 10^7$

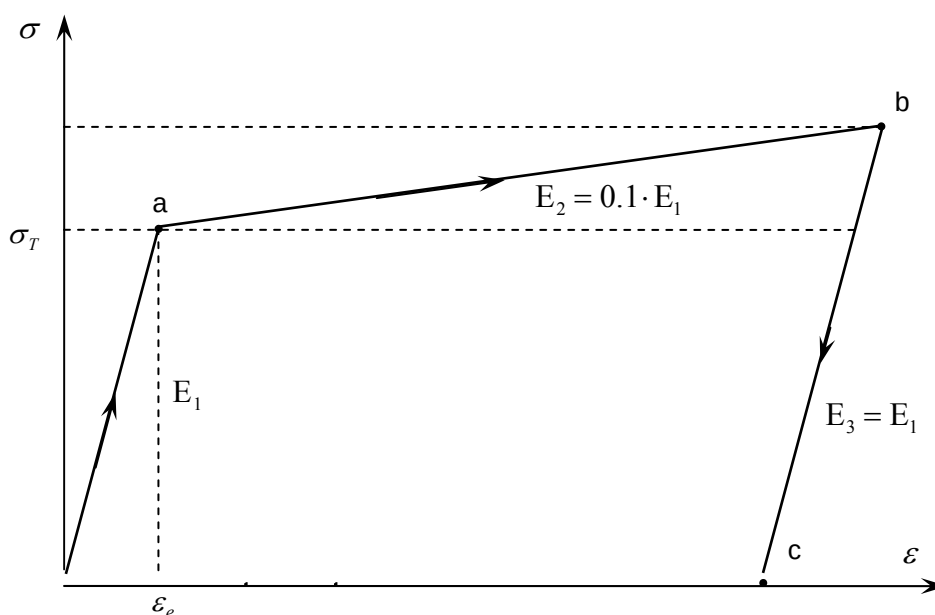


Рисунок 2 – Діаграма навантаження для матеріалів системи

Діаграма пружно-пластичного навантаження матеріалів представлена на рис.2. На ділянці пружного навантаження від нуля до напруження Мізеса $\sigma_{Mis} = \sigma_T$ модуль пружності E_1 , коефіцієнт Пуассона ν . Ділянка пружно-пластичного навантаження ab . Для цієї ділянки $E_2 = 0.1 \cdot E_1$. Третій етап bc – разгрузка, де σ зменшується до значення 0. На цьому етапі, $E_3 = E_1$.

Вважалося, що матеріал переходить у пружно-пластичну стадію роботи після досягнення максимального напруження за критерієм Мізеса величини σ_T . Після цього модуль пластичності досягає величини $E_1/10$. В результаті розрахунків обчислюються пластичні деформації і напруження після активного навантаження і розвантаження.

Навантаження на систему при опресуванні

Однією з технологічних операцій з зацементованою свердловиною являється перевірка її герметичності методом опресування. Вважається, що на заданій глибині у вихідному стані (етап 1) тиск в породі і у свердловині складає $p = 200$ атм $\approx 200 \cdot 9,81 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2 \approx 2 \cdot 10^7 \text{ Па}$. На другому етапі тиск в породі на віддаленні від свердловини залишається $2 \cdot 10^7 \text{ Па}$, але в свердловині він статичним чином збільшується до $p = 700$ атм. На третьому етапі тиск в породі на віддаленні від свердловини залишається незмінним, рівним $2 \cdot 10^7 \text{ Па}$, в той же час, в свердловині він знову статичним чином падає до $p = 200$ атм.

Необхідно розрахунковим шляхом встановити напружено-деформований стан системи на всіх трьох етапах навантаження і залишкові пластичні деформації в системі після зняття обпресувального навантаження (на етапі 3).

Скінченно-елементні моделі низу свердловини. Модель конструкції з концентричним розміщенням колони в свердловині кругового перерізу. Для комп'ютерного моделювання вибрано плоский переріз конструкції разом із квадратною частиною породи розміром $5.2 \times 5.2 \text{ м}^2$. Вважається, що на поверхнях контакту між обсадною трубою, цементним каменем, кіркою і породою здійснюється зчеплення без проковзування (рис.1).

Конструкція апроксимувалася плоскими трикутними і чотирикутними скінченними елементами. Загальна кількість скінченних елементів склала 7868, число вузлів дорівнює 4585, число шуканих переміщень дорівнює 22 816.

Результати скінченно-елементного аналізу низу свердловини при проведенні операції опресування. Випадок центрального розміщення обсадної колони в круговій свердловині

Результати розрахунків дані на рис. 3-5 у вигляді полів напружень σ_x і пластичних деформацій, які досягаються після закінчення кожного етапу навантаження. Зазначимо, що поля напружень σ_y у всіх випадках можуть бути представлені шляхом повороту полів σ_x на 90° .

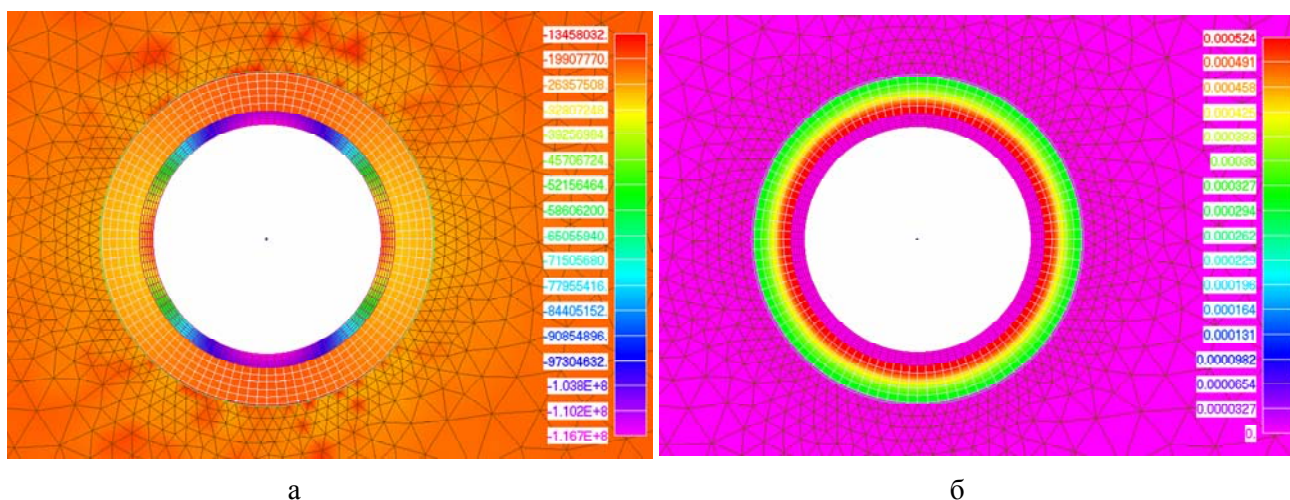


Рисунок 3 – Поле нормальних напружень σ_x (Па) (а) та поле розподілу пластичних деформацій (в безрозмірних величинах) (б) в системі при дії загального тиску в породі $p_{грав} = 200$ атм (≈ 20 МПа), та тиску у свердловині $p_{сдп} = 200$ атм (≈ 20 МПа)

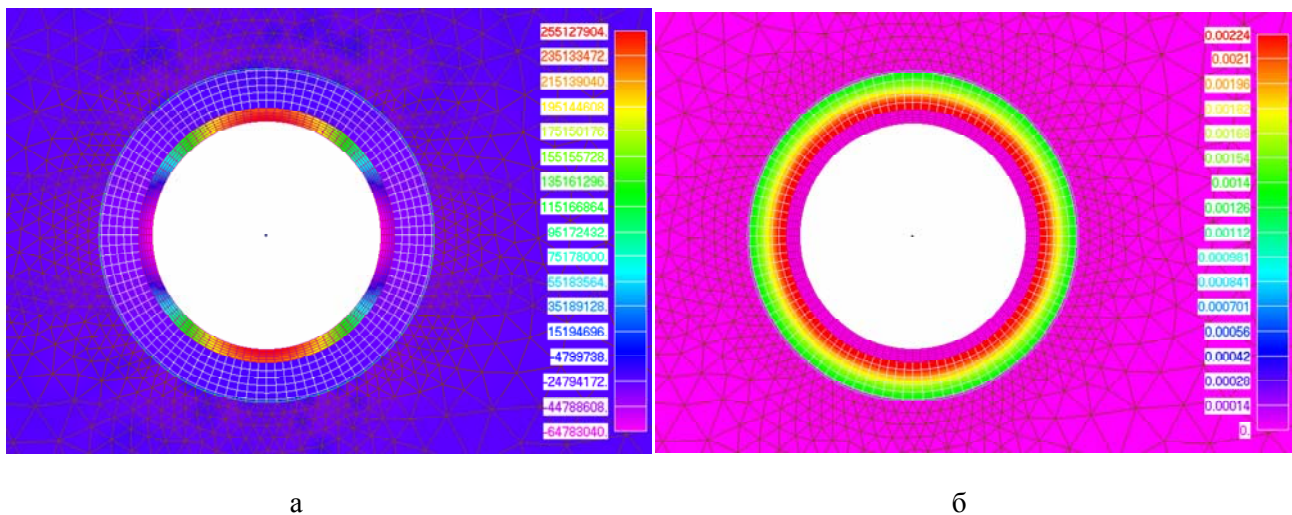


Рисунок 4 – Поле нормальних напружень σ_x (Па) (а) та поле розподілу пластичних деформацій (в безрозмірних величинах) (б) в системі при дії загального тиску в породі $p_{\text{зрав}} = 200$ атм (≈ 20 МПа), та тиску у свердловині $p_{\text{зідр}} = 700$ атм (≈ 70 МПа)

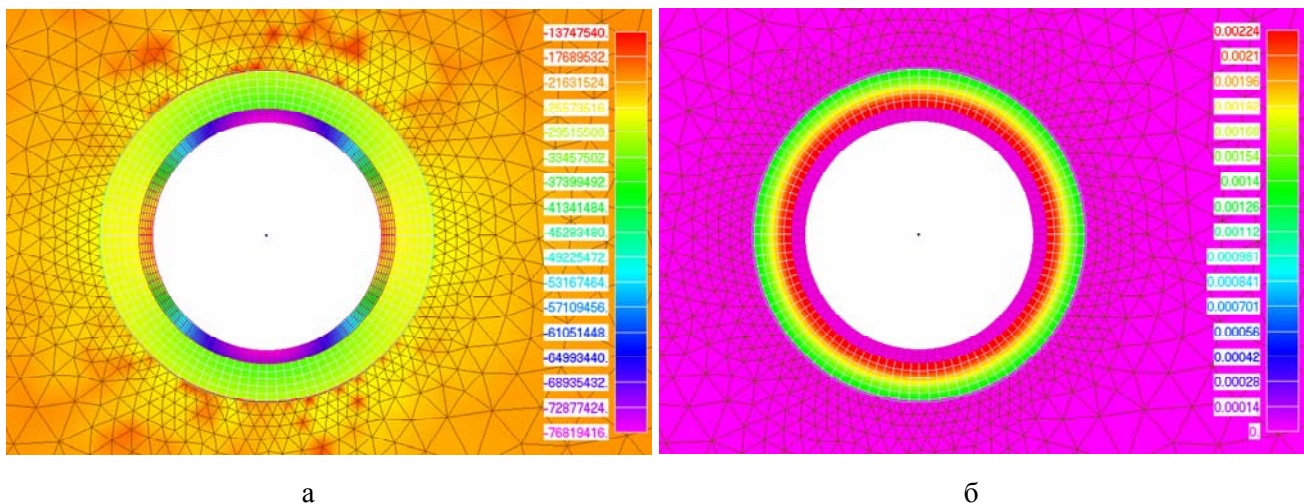


Рисунок 5 – Поле нормальних напружень σ_x (Па) (а) та поле розподілу пластичних деформацій (в безрозмірних величинах) (б) в системі при дії загального тиску в породі $p_{\text{зрав}} = 200$ атм (≈ 20 МПа), та зменшенні гідростатичного тиску у свердловині $p_{\text{зідр}}$ на 500 атм.

Висновки

За результатами розрахунків можна зробити наступні висновки:

Напружено-деформований стан системи визначається великим числом параметрів, які в свою чергу залежать від умов експлуатації системи. Багато з цих параметрів визначені дуже наближено. Тому для більш адекватного моделювання розглянутих процесів необхідно експериментально визначити властивості матеріалів системи.

Під дією статичних навантажень (опресування) в деяких зонах конструкції спостерігаються напруження розтягу (додатного знаку). Оскільки такі матеріали як цементний камінь та аргіліт дуже слабо опираються розтягуючим силам, можна очікувати, що з перебігом часу в цих зонах буде відбуватися розтріскування матеріалу і втрата герметичності в цій зоні.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Самсыкин А.В. Оценка влияния динамических нагрузок на формирование требований к свойствам цементного камня / А.В. Самсыкин, А.Ф. Галиев, Ф.А. Агзамов, М.А. Тихонов, Ф.У.

Еникеев, А.В. Самсыкина // Нефтегазовое дело. Научно-технический журнал – 2012. – Т. 10, №1. С. 8-12.

2. Гриманюк В.І. Дослідження тріщиностійкості армованого тампонажного каменю для кріплення нафтових і газових свердловин / Гриманюк В.І. // Науковий вісник НГУ.-2014. – №1. С. 5-10.

3. Каринцев И.Б. Напряженно-деформированное состояние цементного кольца в буровой скважине / Каринцев И.Б., Жулев А.А. // Вісник СумДУ, Серія «Технічні науки».-2013. – №4. С. 152-159.

4. Aslannejad M. Analysis of vertical, horizontal and deviated wellbores stability/ M. Aslannejad, A.K. Manshad, H. Jalilifar //American Journal of Oil and Chemical Technologies – 2013. – V.1, issue 8. P. 10-19.

5. W.W. Fleckenstein. Cemented Casing: The True Stress Picture/ Fleckenstein W.W., Eustes A. W., Rodriguez W.J., Berger A., Sanchez F.J.// AADE Conference – 2005. – AADE-05-NTCE-14, P. 1-8.

6. Z. Shen. The Mechanism of Wellbore Weakening in Worn Casing-Cement-Formation System/ Shen Z., Beck F.E., Ling K.// Journal of Petroleum Engineering – 2014. – V.1, P 1-8.

7. Liu J. Numerical Simulation on Open Wellbore Shrinkage and Casing Equivalent Stress in Badded Rock Stratum/ J. Liu, L. Zhang, J. Zhao.// The Scientific World Journal – 2013. – V.1, P. 1-5.

8. McCulloch J. Life Cycle Modeling of Wellbore Cement Systems Used for Enhanced Geothermal System Development/ McCulloch J., Gastineau J., Bour D.L., Ravi K. // Geothermal Resources Council Transactions – 2003. – V. 27, P. 147-154.

REFERENCES

1. Samsykin A.V. Evaluating impact load for cement stone specifications / A.V. Samsykin, A.F. Galiev, F.A. Agzamov, M.A. Tikhonov, F.U. Enikeev, A.V. Samsykin // Oil and gas business. Scientific and technical journal – 2012. – V. 10, №1. P. 8-12. (Rus)

2. Hrymaniuk V.I. Investigation of reinforced cement stone cracking resistance for casing oil and gas wells / Hrymaniuk V.I.// Scientific Bulletin of National Mining University.-2014. – №1. P. 5-10. (Ukr)

3. Karintsev I.B. Deflected mode of cement ring in bore / Karintsev I.B., Zhulyov A.A. // Bulletin of SSU, series "Engineering".-2013. – №4. P. 152-159. (Rus)

4. Aslannejad M. Analysis of vertical, horizontal and deviated wellbores stability/ M. Aslannejad, A.K. Manshad, H. Jalilifar //American Journal of Oil and Chemical Technologies – 2013. – V.1, issue 8. P. 10-19.

5. W.W. Fleckenstein. Cemented Casing: The True Stress Picture/ Fleckenstein W.W., Eustes A. W., Rodriguez W.J., Berger A., Sanchez F.J.// AADE Conference – 2005. – AADE-05-NTCE-14, P. 1-8.

6. Z. Shen. The Mechanism of Wellbore Weakening in Worn Casing-Cement-Formation System/ Shen Z., Beck F.E., Ling K.// Journal of Petroleum Engineering – 2014. – V.1, P 1-8.

7. Liu J. Numerical Simulation on Open Wellbore Shrinkage and Casing Equivalent Stress in Badded Rock Stratum/ J. Liu, L. Zhang, J. Zhao.// The Scientific World Journal – 2013. – V.1, P. 1-5.

8. McCulloch J. Life Cycle Modeling of Wellbore Cement Systems Used for Enhanced Geothermal System Development/ McCulloch J., Gastineau J., Bour D.L., Ravi K. // Geothermal Resources Council Transactions – 2003. – V. 27, P. 147-154.

РЕФЕРАТ

Худолій С.М. Математичне моделювання стійкості вертикальних свердловин до статичних навантажень при операції опресування. / С.М. Худолій, П.С. Мазурок // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

В даній роботі виконано комп'ютерне моделювання напружено-деформованого стану конструкції низу свердловини під дією гравітаційного тиску від вище лежачих шарів порід, гідростатичного тиску в обсадній трубі при проведенні операції опресування.

Побудована скінченно-елементна модель конструкції для випадку, коли обсадна колона встановлена центрально по відношенню до кругової стінки свердловини.

Результати розрахунків представлені у вигляді полів напружень і деформацій на виділеній для розрахунку області.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: НАПРУЖЕННЯ, ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНІ ДЕФОРМАЦІЇ, СКІНЧЕНО-ЕЛЕМЕНТНИЙ АНАЛІЗ, СВЕРДЛОВИНА, ОПРЕСУВАННЯ.

ABSTRACT

Hoodoliy S.M., Mazurok P.S. Mathematical modeling of vertical wells stability with respect to static loads at pressure testing. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

In the paper, the computer simulation of the stress-strain state of bore-hole bottom structure is fulfilled for the case of the rock weight load action on the casing tube in the pressure testing operation.

The finite element model of the system structure is developed for the situation when the casing tube is intruded centrally into the bore-hole circular wall.

The calculation results are represented as the field of stresses and strains in the domain separated for calculations.

KEY WORDS: STRESS, ELASTIC-PLASTIC DEFORMATION, FINITE ELEMENT ANALYSIS, BOREHOLE, PRESSURE TESTING

РЕФЕРАТ

Худолий С.Н. Математическое моделирование устойчивости вертикальных скважин к статическим нагрузкам при операции опрессовывания. / С.Н. Худолий, П.С. Мазурок // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В данной работе выполнено компьютерное моделирование напряженно-деформированного состояния конструкции низа скважины под действием гравитационного давления от вышележащих слоев пород, гидростатического давления в обсадной трубе при проведении операции опрессовки.

Построена конечно-элементная модель конструкции для случая, когда обсадная колонна установлена центрально по отношению к круговой стенке скважины.

Результаты расчетов представлены в виде полей напряжений и деформаций на выделенной для расчета области.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: НАПРЯЖЕНИЯ, УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКИЕ ДЕФОРМАЦИИ, КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ, СКВАЖИНА, ОПРЕССОВКА

АВТОР:

Худолий Сергій Миколайович, кандидат технічних наук, доцент кафедри вищої математики, Національний транспортний університет, e-mail: s_hoodoliy@i.ua, тел. +38953339582, Україна, 01010, м. Київ, вул. Кіквідзе 42, к. 511.

AUTHOR:

Hoodoliy Sergiy Mykolayovych, Ph.D., associate professor department of high mathematics, National Transport University, e-mail: s_hoodoliy@i.ua, тел. +38953339582, Ukraine, 01010, Kyiv, Kikvidze str. 42, of. 511.

АВТОР:

Худолий Сергей Николаевич, кандидат технических наук, доцент кафедры высшей математики, Национальный транспортный университет, e-mail: s_hoodoliy@i.ua, тел. +38953339582, Украина, 01010, г. Киев, ул. Киквидзе 42, к. 511.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Рассказов О.О., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри теоретичної механіки, Київ, Україна.

Гайдайчук В.В., доктор технічних наук, професор, Київський національний університет будівництва і архітектури, завідувач кафедри теоретичної механіки, Київ, Україна.

REVIEWER:

Rasskazov O.O., Dr. Sc., Professor, National Transport University, head of the Department of Theoretical Mechanics, Kyiv, Ukraine.

Gaidachuk V.V., Dr. Sc., Professor, Kyiv National University of Structures and Architecture, head of the Department of Theoretical Mechanics, Kyiv, Ukraine.

АНАЛІЗ КОЛИВАНЬ КРУЖЛЯННЯ БУРИЛЬНИХ КОЛОН НА ОСНОВІ ФРИКЦІЙНОЇ МОДЕЛІ

Шевчук Л.В., Національний транспортний університет, Київ, Україна

ANALYSIS OF DRILL STRING BIT WHIRLING ON THE BASIS OF FRICTION MODEL

Shevchuk L.V., National Transport University, Kyiv, Ukraine

АНАЛИЗ КОЛЕБАНИЙ КРУЖЕНИЯ БУРИЛЬНОЙ КОЛОННЫ НА ОСНОВЕ ФРИКЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Шевчук Л. В., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми.

В даний час близько 90% всієї енергії, яку споживає людство, зв'язане з добуванням вуглеводневих палив, із яких нафта і газ складають головну компоненту. З огляду на те, що легкодоступні поклади вуглеводневих палив практично виснажені в результаті їх інтенсивного видобутку, а запаси корисних копалин, які залишилися, сконцентровані на великих глибинах і в шельфових зонах на значній віддалі від суші, все більше поширення отримують нафтогазові технології, основані на проходці глибоких і криволінійних свердловин.

Сьогодні нафтові і газові компанії витрачають близько 20 мільярдів доларів на рік на бурові роботи. Значна частина цих коштів, близько 15%, йде на виробничі збитки, які пов'язані з виникненням надзвичайних ситуацій [1]. Як правило, вони з'являються в результаті деяких квазістатичних і динамічних явищ, що мають істотний вплив на весь процес буріння. Серед них суттєвий вплив мають фрикційні прихвати бурильних колон, критичні згинальні випинання і вібрації, які можуть включати осьові, крутильні і згинальні коливальні рухи [2-5].

Осьові (поздовжні) коливання БК приводять до багаторазових виходів її долота з контакту з дном свердловини, які чергуються ударними контактними взаємодіями. Крутильні коливання виникають в результаті самозбудження при зривній фрикційній взаємодії долота зі стінкою свердловини [3,6,7]. Проте найбільш складним механізмом володіють згинальні коливання низу бурильної колони. У випадках, коли на долото діють нормальні і дотичні сили контактної і фрикційної взаємодії долота зі стінкою свердловини, геометричний центр долота починає рухатися навколо осової лінії свердловини, випереджаючи або відстаючи від обертального руху самої колони. В механіці такі коливання отримали назву прецесійних коливань. Як зазначено в англійській науковій літературі [3,8], описаний рух центра долота має іншу природу. Він вивчався на вельми спрощених фізичних і математичних моделях і отримав назву "whirling" – кружляння. Коливання кружляння відбувається за рахунок згинальних коливань бурильної колони і викликаного ними кочення долота по дну свердловини.

Мета роботи полягає в дослідженні крутильних коливань кружляння на основі фрикційної взаємодії еліпсоїдного долота зі стінкою свердловини.

Виклад основного матеріалу.

На основі фрикційної моделі вважатимемо, що кочення долота по поверхні дна свердловини буде здійснюватися без проковзування і воно зв'язане з пружно згинальною бурильною колоною і не є вільним. Тому рух долота суттєво залежить від пружної піддатливості колони, яка визначається не тільки величиною згинальної жорсткості EI (тут E – модуль пружності матеріалу труби колони, I – момент інерції площі її поперечного перерізу), але й близькістю її напруженого стану до критичного. У загальному випадку настання цього стану залежить від величини змінної осової сили T , крутного моменту M_z , кутової швидкості ω обертання бурильної колони і швидкості V внутрішнього потоку промивної рідини [3]. Сила T визначається розподіленими силами тяжкості, які діють на елементи бурильної колони, і вертикальної сили R контактної взаємодії долота з дном свердловини. Тому в своїй верхній частині бурильна колона розтягнута, а в нижній – стиснена. Завдяки цьому, БК може втратити стійкість в зоні нижнього краю. Для підвищення її згинальної жорсткості в зоні стискання до неї приєднують з певним кроком центрувальні пристрої (рис.1), які відіграють роль додаткових опор і ділять її нижню частину на ряд секцій. Зазвичай найбільш деформованими виявляються нижні секції, тому для динамічного аналізу коливань кружляння долота умовно виділимо систему, яка складається із долота і двох нижніх секцій БК (рис.1).

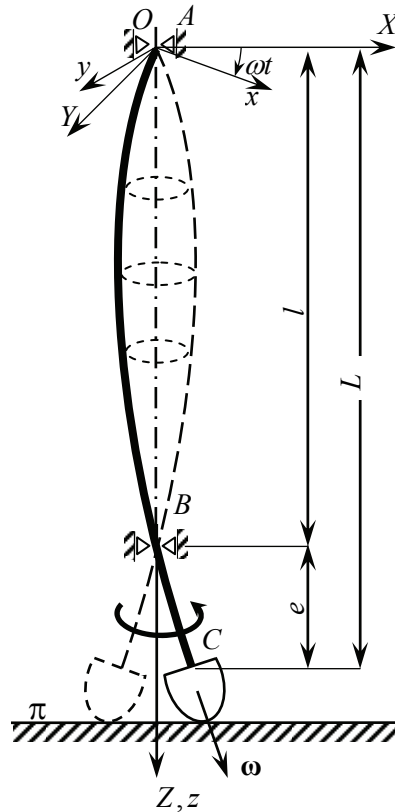


Рисунок 1 – Розрахункова схема кружляння бурильного долота

Динаміка БК розглядається в нерухомій системі координат $OXYZ$ і в системі координат, що обертається $Oxyz$. Осі OZ і Oz цих систем співпадають.

Як показано в роботі [3], для типових значень параметрів, які визначають динаміку внутрішнього потоку промивної рідини, її вплив на згинання БК являється досить малим [2,3]. Тому цим гідродинамічним ефектом можна знехтувати і рівняння поперечних коливань труби БК представити в системі координат $Oxyz$ в формі співвідношень теорії балок, що обертаються [2-5]

$$EI \frac{\partial^4 u}{\partial z^4} - T \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} - M_z \frac{\partial^3 v}{\partial z^3} - \gamma_t \omega^2 u - 2\gamma_t \omega \frac{\partial v}{\partial t} + \gamma_t \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 0, \quad (1)$$

$$EI \frac{\partial^4 v}{\partial z^4} - T \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} + M_z \frac{\partial^3 u}{\partial z^3} - \gamma_t \omega^2 v + 2\gamma_t \omega \frac{\partial u}{\partial t} + \gamma_t \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} = 0.$$

Тут $u(z)$, $v(z)$ – функції пружних бічних переміщень БК в напрямках осей xOz і yOz , відповідно; γ_t – лінійна щільність труби БК з внутрішніми масами бруд; t – час.

Питання формулювання граничних умов на нижньому кінці БК мають необхідність врахування умов контактної взаємодії долота з породою на дні свердловини. Вважатимемо, що абсолютно тверде долото має форму еліпсоїда обертання з півсями a і b (рис.2). В точці G воно знаходиться в контакті з плоским горизонтальним дном свердловини і ковзає по площині π зі швидкістю v_G . Бурильна колона обертається з постійною кутовою швидкістю ω , приводячи при цьому долото в рух. Додаткові пружні і крутильні коливання БК не враховуємо, діючи на долото осьова сила T і крутний момент M при коливаннях залишаються незмінними.

Умовно відділимо долото від бурильної колони і розглянемо динамічну рівновагу діючих на нього сил і моментів. Умова рівності нулю головного вектора всіх сил, які прикладені до долота, в загальному випадку має вигляд

$$\mathbf{F}^{el} + \mathbf{T} + \mathbf{F}^{cont} + \mathbf{F}^{in} = 0. \quad (2)$$

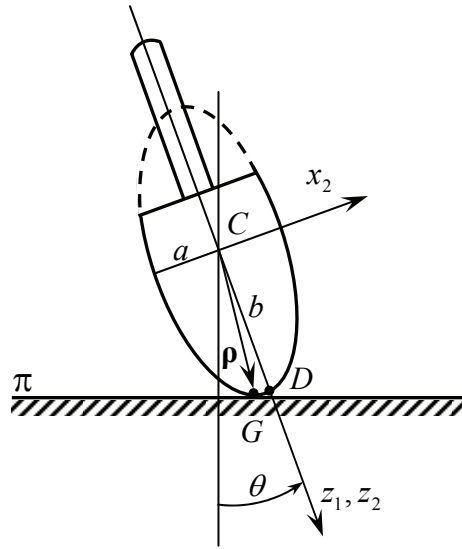


Рисунок 2 – Положення точки G дотику еліпсоїда і площини π

Тут $\mathbf{F}^{el}$ – головний вектор пружних сил в точці C приєднання бурильної колони до долота; $\mathbf{F}^{in}$ – головний вектор сил інерції; $\mathbf{F}^{cont}$ – вектор контактних сил, прикладених до долота в точці G . Цей вектор можна представити у вигляді

$$\mathbf{F}^{cont} = \mathbf{F}^{fr} + \mathbf{F}^{norm}, \quad (3)$$

де $\mathbf{F}^{fr}$ – сила тертя, $\mathbf{F}^{norm}$ – нормальна компонента контактної сили.

Вектор сил тертя $\mathbf{F}^{fr}$ обчислюється на основі закону Амонтона-Кулона, який для рухомого тіла в нерухомій системі координат $OXYZ$ формулюється у вигляді залежності

$$\mathbf{F}^{fr} = -\mu |\mathbf{T}| \cdot \mathbf{v}_G^{abs}. \quad (4)$$

Тут μ – коефіцієнт сухого тертя, $\mathbf{v}_G^{abs}$ – абсолютна швидкість точки G долота.

В результаті проектування рівнянь (4) на вертикальну вісь Oz отримаємо

$$\mathbf{F}^{norm} = -\mathbf{T}.$$

Розглядаючи рівновагу всіх сил, прикладених до долота в горизонтальній площині, отримаємо перші дві граничних умови для системи (1) в точці C :

$$\begin{aligned} EI \frac{\partial^3 u}{\partial z^3} - \mu |T| \frac{\dot{u} - \omega v + \dot{u}' r_z - \omega r_y}{\sqrt{(v_x^{abs})^2 + (v_y^{abs})^2}} &= 0, \\ EI \frac{\partial^3 v}{\partial z^3} - \mu |T| \frac{\dot{v} + \omega u + \dot{v}' r_z + \omega r_x}{\sqrt{(v_x^{abs})^2 + (v_y^{abs})^2}} &= 0. \end{aligned} \quad (5)$$

Друга група граничних рівнянь на цьому краю формулюється виходячи із умови рівності нулю головного моменту всіх сил, які прикладені до долота. Форма цих рівнянь залежить від вибору центра розглянутих сил. Найбільш зручно розглядати рівновагу всіх моментів відносно точки G контакту долота з породою, так як в цьому випадку виключаються з розгляду моменти нормальних та фрикційних складових контактної сили. Врахуємо також, що момент інерції тіла долота порівняно малий. Тоді момент сил інерції долота також буде малим і в рівнянні рівноваги моментів відносно точки G збережеться тільки момент $\mathbf{M}_G(\mathbf{Q}^{el})$ вектора $\mathbf{Q}^{el}$ пружних перерізуювальних сил.

В векторному вигляді це рівняння формулюється так

$$\mathbf{M}_G(\mathbf{F}^{el}) + \mathbf{M}_G^{el} = 0 \quad (6)$$

Проектуючи вираз (6) на осі Ox , Oy системи координат, яка обертається, отримаємо

$$EI \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} + EI \frac{\partial^3 v}{\partial z^3} r_z + Tr_y = 0, \quad (7)$$

$$-EI \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} - EI \frac{\partial^3 u}{\partial z^3} r_z - Tr_x = 0$$

Таким чином співвідношення (1), (5), (7) представляють повну систему розв'язувальних і крайових рівнянь для поставленої задачі. Її розв'язання здійснюється шляхом заміни похідних по z їх скінченно-різницевиими аналогами. По незалежній змінній t використовується неявна скінченно-різницева схема інтегрування. Вибір кроків інтегрування Δz , Δt здійснюється із умови збіжності обчислювального процесу.

Результати досліджень.

При дослідженні коливальних кружляння долота за допомогою фрикційної моделі важливу роль відіграє вибір значення коефіцієнта тертя μ . Відомо, що його величина залежить від трибологічних властивостей матеріалів тіл, які труться і якості обробки матеріалу.

Необхідно підкреслити, що коефіцієнт тертя між поверхнями долота і породи може бути великим, оскільки алмазні різці, які є на поверхні долота, суттєво збільшують зчеплення між контактуючими тілами. Тому моделювання коливальних кружляння за допомогою фрикційної моделі проводилося при різних значеннях $\mu = 0,2$; $0,5$; 1 ; 5 ; 20 і 30 .

В ході дослідження використовувалося долото еліпсоїдної форми з півосями $a = 0,3$ м, $b = 0,1$ м. На рис. 3 показані траєкторії руху точки контакту G по дну свердловини в нерухомій системі координат. Позиції а, б, в – відповідають значенням $\mu = 0,2$; $0,5$; 1 , відповідно. Точка G рухається по спіральній кривій, що розширюється. Такий режим буріння є нестійким. Позиції г, д – відповідають значенням $\mu = 5$ і 20 , тут точка G здійснює рух по колу. Таке обертання долота є стійким. Цікавий випадок представляє позиція е, яка відповідає значенню $\mu = 30$. Точка G рухається по кривій, що схожа за формою на «багатопелюсткову квітку». Такий рух є також стійким, але небезпечним так як в цьому випадку відбувається викришування алмазних різців.

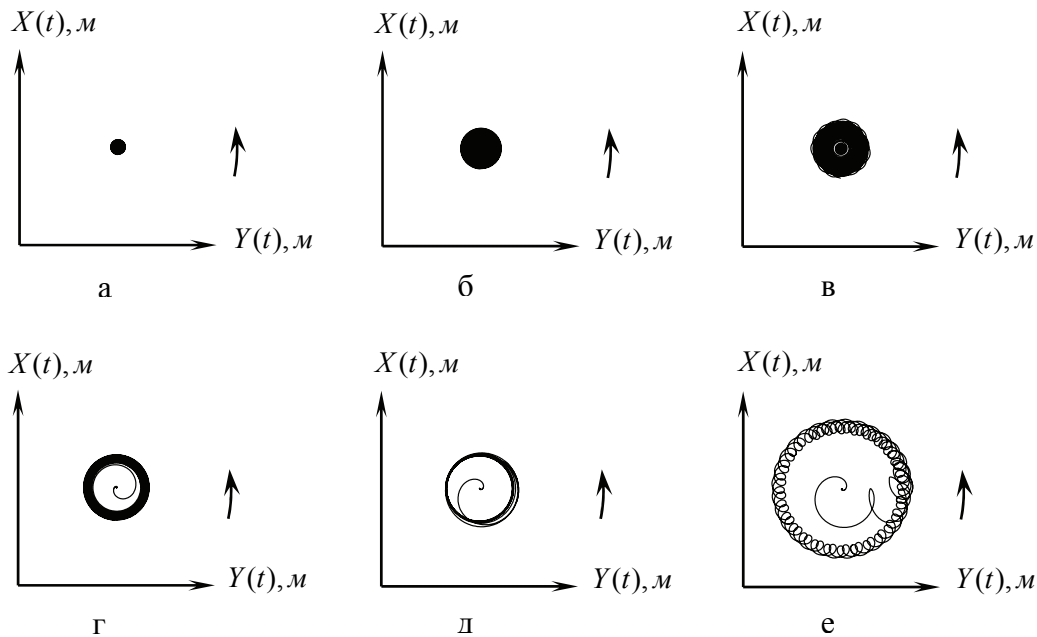


Рисунок 3 – Траєкторія руху точки контакту долота з дном свердловини в нерухомій системі координат
($T = -1 \cdot 10^4$ Н, $M_z = -1 \cdot 10^4$ Н·м $\omega = 15$ рад/с, $t = 20$ с)

Висновки.

На основі фрикційної моделі виконаний аналіз коливань кружляння еліпсоїдного долота бурильної колони, яка попередньо напружена поздовжньою силою і обертається під дією прикладеного моменту сил різання.

Виконано комп'ютерне моделювання явищ кінематичного і динамічного збудження коливань кружляння на простих схемах з простими геометричними тілами. Вони дозволили встановити найбільш важливі фактори, що впливають на характер протікання цих процесів.

Робота виконана в рамках держбюджетної теми 0112U000137 «Математичне моделювання процесів безаварійного буріння в сланцевих породах і в шельфових зонах морських акваторій»

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Aldred W. Managing drilling risk / W. Aldred, D. Plumb, I. Bradford, J. Cook, V. Gholkar, L. Cousins, R. Minton, J. Fuller, S. Goraya, D. Tucker. – Oilfield Review. 1999 – V. 11, No.2. – P. 2 – 19.
2. Gulyayev V I. Nonholonomic dynamics of drill string bit whirling in a deep bore-hole / V.I. Gulyayev, L.V. Shevchuk. – Journal of Multi-body Dynamics. 2013 – V. 227, No.3. – P.234-244.
3. Gulyayev V.I. Free vibrations of drill strings in hyper deep vertical bore-wells / V.I. Gulyayev, O.I. Borshch. – Journal of Petroleum Science and Engineering. 2011 — V. 78. – P. 759 – 764.
4. Warren T.M. Development of a whirl – resistant bit / T.M. Warren, J.F. Brett, L.A. Sinor. – SPE Drilling Engineering. 1990 – V. 5, No.4. – P. 267 – 275.
5. Stroud D. Real-time whirl detector improves rss reliability, drilling efficiency / D. Stroud, J. Pagett, D. Minett-Smith. – Hart Exploration & Production Magazine. 2011 – V. 84, No.8. – P.42 – 43.
6. Gulyayev V.I. Theoretical modelling of post-buckling contact interaction of a drill string with inclined bore-hole surface / V.I. Gulyayev, E.I. Andrusenko, N.V. Shlyun. – Structural Engineering and Mechanics. 2014 – V. 49, No.4. – P. 427 – 448.
7. Gulyayev V.I. Simulation of torsion relaxation auto-oscillations of drill string bit with viscous and Coulombic friction moment models / V.I. Gulyayev, S.N. Hudoliy, O.V. Glushakova. – Journal of Multi-body Dynamics. 2011 – V. 225, No.1. – P. 139 – 152.
8. Jansen J.D. Wirl and chaotic motion of stabilized drill collars / J.D. Jansen. – SPE Drilling Engineering. 1992. – V. 7, No.2. – P.107 – 114.

REFERENCES

1. Aldred W. Managing drilling risk / W. Aldred, D. Plumb, I. Bradford, J. Cook, V. Gholkar, L. Cousins, R. Minton, J. Fuller, S. Goraya, D. Tucker. – Oilfield Review. 1999 – V. 11, No.2. – P. 2 – 19.
2. Gulyayev V I. Nonholonomic dynamics of drill string bit whirling in a deep bore-hole / V.I. Gulyayev, L.V. Shevchuk. – Journal of Multi-body Dynamics. 2013 – V. 227, No.3. – P.234-244.
3. Gulyayev V.I. Free vibrations of drill strings in hyper deep vertical bore-wells / V.I. Gulyayev, O.I. Borshch. – Journal of Petroleum Science and Engineering. 2011 — V. 78. – P. 759 – 764.
4. Warren T.M. Development of a whirl – resistant bit / T.M. Warren, J.F. Brett, L.A. Sinor. – SPE Drilling Engineering. 1990 – V. 5, No.4. – P. 267 – 275.
5. Stroud D. Real-time whirl detector improves rss reliability, drilling efficiency / D. Stroud, J. Pagett, D. Minett-Smith. – Hart Exploration & Production Magazine. 2011 – V. 84, No.8. – P.42 – 43.
6. Gulyayev V.I. Theoretical modelling of post-buckling contact interaction of a drill string with inclined bore-hole surface / V.I. Gulyayev, E.I. Andrusenko, N.V. Shlyun. – Structural Engineering and Mechanics. 2014 – V. 49, No.4. – P. 427 – 448.
7. Gulyayev V.I. Simulation of torsion relaxation auto-oscillations of drill string bit with viscous and Coulombic friction moment models / V.I. Gulyayev, S.N. Hudoliy, O.V. Glushakova. – Journal of Multi-body Dynamics. 2011 – V. 225, No.1. – P. 139 – 152.
8. Jansen J.D. Wirl and chaotic motion of stabilized drill collars / J.D. Jansen. – SPE Drilling Engineering. 1992. – V. 7, No.2. – P.107 – 114.

РЕФЕРАТ

Шевчук Л. В. Аналіз коливань кружляння бурильних колон на основі фрикційної моделі / Л.В. Шевчук // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

В статті на основі фрикційної моделі розглядається задача про коливання кружляння долота бурильної колони, яка попередньо напружена поздовжньою силою і обертається під дією прикладених до долота моменту сил різання. Коливання кружляння відбувається за рахунок згинальних коливань бурильної колони і кочення долота по дну свердловини.

Об'єктом дослідження є долото бурильної колони в процесі його кочення по поверхні свердловини.

Мета роботи полягає в дослідженні крутильних коливань кружляння на основі фрикційної взаємодії еліпсоїдного долота зі стінкою свердловини.

Методи дослідження – алгоритми чисельного інтегрування нелінійних диференціальних рівнянь.

Найбільш складним механізмом володіють згинальні коливання низу бурильної колони, які викликані дією на долото змінних з часом нормальних і дотичних сил контактної і фрикційної взаємодії долота зі стінкою свердловини.

Проведено дослідження коливань кружляння бурильних колон при умові складної комбінації сил інерції їх обертального руху з урахуванням умов фрикційного кочення долота по поверхні свердловини.

Виконано комп'ютерне моделювання механізму фрикційного збудження коливань кружляння на простих кінематичних схемах з простими геометричними тілами. Вони дозволили встановити найбільш важливі фактори, що впливають на характер протікання цих коливань.

Результати аналізу можуть бути враховані при проектуванні конструкцій доліт і режимів буріння.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: БУРИЛЬНА КОЛОНА, БУРІННЯ, ДОЛОТО, КОЛИВАННЯ КРУЖЛЯННЯ.

ABSTRACT

Shevchuk L.V. Analysis of drill string bit whirling on the basis of friction model. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

In the paper, the problem on whirling vibrations of drill string bit is considered on the basis of friction model. The drill string is preloaded by axial force and rotates under action of the torque applied at its top end. The whirling vibrations are agitated by bending vibrations of the drill string and rolling of the bit on the bore-hole bottom.

The research object is the drill string bit in the process of its rolling on the well bottom surface.

The work aim consists in investigation of torsional vibrations on the basis of frictional model of the ellipsoidal bit interaction with the bore-hole bottom and wall.

The research methods include the algorithms of numerical integration of non-linear differential equations.

It is shown that the most complex mechanism of the bottom hole assembly is associated with the action of the variable normal and tangent contact forces on the bit body and its interaction with the well wall.

Analysis of the drill string whirl vibration is performed under condition of action of complex combination of inertia forces of account effects of frictional rolling of the bit on the bore-hole bottom.

Computer simulation of kinematic excitation of whirling vibration is performed with the use of frictional schemes with the bodies of simple shapes. The analysis results permitted to establish the most important factors, influencing on the character of the vibration proceeding.

These results can be taken into account in design of the bit structures and the drilling regimes.

KEYWORDS: DRILL STRING, DRILLING, BIT, WHIRLING.

РЕФЕРАТ

Шевчук Л.В. Анализ колебаний кружения бурильной колонны на основе фрикционной модели / Л.В. Шевчук // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

В статье на основе фрикционной модели рассматривается задача о колебаниях кружения долота бурильной колонны, которая предварительно преднапряжена продольной силой и вращается под действием приложенных к долоту момента сил резания. Колебание кружения происходит за счет изгибных колебаний колонны и качения долота по дну скважины.

Объектом исследования является долото бурильной колонны в процессе его качения по поверхности скважины.

Цель работы заключается в исследовании крутильных колебаний кружение на основе фрикционного взаимодействия эллипсоидного долота со стенкой скважины.

Методы исследования - алгоритмы численного интегрирования нелинейных уравнений.

Наиболее сложным механизмом обладают изгибные колебания низа бурильной колонны, вызванные действием на долото переменных со временем нормальных и касательных сил контактного и фрикционного взаимодействий долота со стенкой скважины.

Проведено исследование колебаний кружения бурильных колонн при условии сложной комбинации сил инерции их вращательного движения с учетом условий фрикционного качения долота по поверхности скважины.

Выполнено компьютерное моделирование механизма фрикционного возбуждения колебаний кружения на простых кинематических схемах с простыми геометрическими телами. Они позволили установить наиболее важные факторы, влияющие на характер протекания этих колебаний.

Результаты анализа могут быть учтены при проектировании конструкций долот и режимов бурения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: БУРИЛЬНАЯ КОЛОННА, БУРЕНИЕ, ДОЛОТО, КОЛЕБАНИЯ КРУЖЕНИЯ.

АВТОР:

Шевчук Людмила Володимирівна, аспірант, Національний транспортний університет, e-mail: Ludmilashevchuk25@gmail.com, тел. +380667153633, Україна, 01010, м. Київ, вул. Кіквідзе 42, к. 511.

AUTHOR:

Shevchuk Lyudmila Volodymyrivna, post-graduate students, National Transport University, e-mail: Ludmilashevchuk25@gmail.com, tel. +380667153633, Ukraine, 01010, Kyiv, Kikvidze str. 42, of. 511.

АВТОР:

Шевчук Людмила Владимировна, аспирант, Национальный транспортный университет, e-mail: Ludmilashevchuk25@gmail.com, тел. +380667153633, Украина, 01010, г. Киев, ул. Киквидзе 42, к. 511.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Гайдайчук В.В., доктор технічних наук, професор, Київський національний університет будівництва і архітектури, завідувач кафедри теоретичної механіки, Київ, Україна.

Рассказов О.О., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри теоретичної механіки, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Gaidaichuk V.V., Dr. Sc., Professor, Kyiv National University of Structures and Architecture, Head of Department of Theoretical Mechanics, Kyiv, Ukraine.

Rasskazov O.O., Dr. Sc., Professor, National Transport University, Head of Department of Theoretical Mechanics, Kyiv, Ukraine.

ОСНОВНІ СКЛАДОВІ МУЛЬТИМОДАЛЬНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ

Ширяєва С.В., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Даньківська К.І., Національний транспортний університет, Київ, Україна

MAIN COMPONENTS MULTIMODAL TRANSPORT NETWORK

Shyriaieva S.V., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine

Dankivska K.I. National Transport University, Kyiv, Ukraine

ОСНОВНЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ МУЛЬТИМОДАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ

Ширяева С.В., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Даньковская Е.И., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постанова проблеми.

Транспортна система України стоїть на шляху повноцінної інтеграції у транспортну систему Європейського союзу. Країна задекларувала готовність здійснити все можливе для модернізації своєї транспортної системи шляхом підписання та ратифікації низки відповідних міжнародних конвенцій, в яких передбачається розвиток інфраструктури, міжнародних транспортних коридорів, забезпечення безпеки та екологічності перевезень, впровадження європейських стандартів та норм у сфері транспорту.

Прагнення держави забезпечити розвиток транспортних послуг, ефективніше використовувати транзитний потенціал, підвищувати конкурентоспроможність вітчизняного транспорту на міжнародному ринку транспортних послуг та збільшення обсягу міжнародних перевезень може бути реалізовано за рахунок включення до європейської та світової транспортних мереж. Цьому сприяє транзитне розташування України на перехресті торговельних шляхів, що дозволяє створити конкурентоспроможну транспортну систему. Через кордон країни проходять Пан'європейські транспортні коридори № 3, 5, 7, 9, коридори Організації співробітництва залізниць № 3, 4, 5, 7, 8 та транспортний коридор Європа – Кавказ – Азія (ТРАСЕКА).

Отже, важливим завданням є активізація заходів щодо формування мультимодальної транспортної мережі.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Одним із факторів економічного зростання країни є збільшення обсягів вантажних перевезень, а виконання змішаних перевезень вантажів – це один із шляхів покращення розвитку економіки.

Змішані перевезення – це перевезення вантажів за участю не менше двох видів транспорту із використанням одного транспортного документу. Згідно з третім глосарієм по статистиці транспорту СЕК ООН (Європейська економічна комісія Організації Об'єднаних Націй) розрізняють такі види змішаних перевезень вантажів: мультимодальні, інтермодальні та комбіновані.

«Міжнародні змішані перевезення» – перевезення вантажів двома та більше видами транспорту на підставі договору змішаних перевезень із місця в одній країні, де вантаж надходить у розпорядження оператора для здійснення змішаного перевезення, до обумовленого місця доставки вантажу в іншій країні.

«Комбіновані перевезення» – інтермодальні перевезення, де велика частина європейського рейсу припадає на залізничний, внутрішній водний або морський транспорт, і будь-який початковий і/або кінцевий відрізок шляху, на якому використання автомобільного транспорту є максимально коротким. Комбіноване використання транспортних засобів – це транспортування одного транспортного засобу (пасивного) на іншому транспортному засобі (активному), який споживає енергію.

«Інтермодальні перевезення» – перевезення вантажів (в одній і тій же вантажній одиниці або на одному і тому ж транспортному засобі), де послідовно використовуються різні види транспорту без обробки самих вантажів при зміні виду транспорту.

Отже, «мультимодальні перевезення» – це більш загальне і всеосяжне поняття, ніж просто перевезення вантажів щонайменше двома різними видами транспорту. [1]

В наш час складно уявити собі транспортну галузь розвиненої держави без сучасних мультимодальних перевезень вантажів. Мультимодальні перевезення активно розвиваються і удосконалюються на транспортних маршрутах Європи, Азії та США і сприяють інтеграції локальних транспортних систем у світовий ринок транспортних послуг. В Європі за останні роки дві третини міжнародних перевезень вантажів здійснювалися у змішаному сполученні.

Основними перевагами мультимодальних перевезень є прискорена доставка; збереження вантажів, що транспортуються; конкурентоспроможна, порівняно з альтернативними видами транспорту, вартість перевезення; прискорена обробка вантажів на кордоні; скорочення часу доставки вантажів одержувачам за принципом «від дверей до дверей».

Серед основних причин, що стримують розвиток змішаних перевезень, є недосконалість нормативно-правового регулювання питань мультимодальних перевезень; диспропорція між рівнями розвитку потужностей портів по переробці вантажів та залізничної інфраструктури; високі ризики мультимодальних операторів при організації таких перевезень на значні відстані за участю двох і більше видів транспорту.

Для вирішення цих проблем необхідно прийняти окремий закон «Про мультимодальні перевезення в Україні», який повинен бути розроблений виходячи із аналізу міжнародних конвенцій і договорів, а також із застосуванням кращих міжнародних та європейських практик у сфері забезпечення та розвитку мультимодальних перевезень. Закон дозволить розвивати сучасні способи доставки вантажів, підвищити якість обслуговування споживачів транспортних послуг, зменшити витрати на перевезення, знизити екологічне навантаження від діяльності автотранспорту на навколишнє середовище, а також, що важливо, прискорити час перетину кордонів. В результаті прийняття закону, транспортники повинні отримати законодавчий акт, що регулює ряд положень, зокрема укладення угод між перевізниками, які беруть участь у мультимодальних перевезеннях. [2]

Створення Закону про мультимодальні перевезення в Україні покращить роботу єдиної транспортної мережі країни. Єдина транспортна мережа країни включає в себе транспортні шляхи всіх видів транспорту і мультимодальну транспортну мережу. Схематичне представлення мультимодальної транспортної мережі зображено на рисунку 1, з якого видно взаємозв'язки елементів системи, що досліджується.



Рисунок 1 – Схематичне представлення мультимодальної транспортної мережі

Основною складовою єдиної транспортної мережі країни є мультимодальна транспортна мережа, яка представляє собою сукупність мультимодальних транспортних коридорів, вузлів та шляхів сполучення різних видів транспорту. [3]

Мультимодальний транспортний коридор – сукупність технічно оснащених магістральних комунікацій декількох універсальних видів транспорту з відповідною облаштованістю об'єктів митної, прикордонної, телекомунікаційної, сервісної та іншої необхідної інфраструктури, що забезпечують перевезення вантажів у внутрішньому та міжнародному сполученні на напрямках їхньої найбільшої концентрації.

Формування міжнародних транспортних коридорів передбачає два варіанти розбудови мультимодальних транспортних коридорів на території України:

1) реконструкція і модернізація існуючої мережі;

2) спорудження нової транспортної мережі з повним комплексом інфраструктури згідно з міжнародними стандартами. [4]

Транспортним вузлом називається комплекс транспортних пристроїв у пункті стику декількох видів транспорту, що спільно виконують операції з обслуговування транзитних, місцевих і міських перевезень вантажів.

Мультимодальні транспортні вузли як складові елементи мультимодальної мережі істотно відрізняються між собою за своїм значенням, рівнем концентрації вантажопотоків та територією впливу. Такий розподіл залежить від місця їх дислокації, проходження в зоні впливу транспортних коридорів, геополітичного положення не лише транспортного вузла, але й території, де розташований вузол. Функції мультимодальних транспортних вузлів виконують транспортно-логістичні центри і транспортно-логістичні кластери. Вони здійснюють всі основні операції з переробки і транспортування вантажів з наданням усіх видів послуг.

Транспортно-логістичні центри (ТЛЦ) можуть розвиватись у межах транспортних коридорів, магістралей, прикордонних вузлів; на території вільних економічних зон. ТЛЦ сприяє координації використання різних видів транспорту, виконує вантажно-розвантажувальні роботи і перевалку вантажів, вантажопереробку, забезпечує короткострокове і довгострокове зберігання вантажів, виконання необхідних митних процедур, інвентаризацію запасів, експедирування й переадресацію вантажів, надає повний комплекс сервісних і комерційно-ділових послуг і здійснює комплекс дій щодо доставки вантажу клієнту за сучасними технологіями.

Кластеризація транспортно-логістичного сектора є однією з ефективних форм організації взаємодії учасників повного ланцюга доставки вантажів, що забезпечує конкурентоспроможність транспортно-логістичної продукції на міжнародному, національному, а також регіональному рівнях. Транспортно-логістичні кластери завжди виступають як ефективна інфраструктура для інших мережевих структур виробничого напрямку, які потребують ефективних логістичних послуг. Вони також сприяють створенню і формуванню виробничих кластерів завдяки позитивному механізму зворотного зв'язку. Залучені до роботи в кластерах виробники, науковці, постачальники послуг мають можливість в межах групи підприємств, які обслуговуються, поширювати корисну інноваційну інформацію. [5]

Ще однією з основних складових мультимодальної транспортної мережі є шляхи сполучення, які представляють собою транспортні шляхи, технічні споруди, що забезпечують пропускну здатність транспортних засобів, перевезення вантажів різного призначення з одного пункту в інший. Вони поділяються на водні, повітряні та сухопутні (автомобільні та залізничні). Шляхи сполучення бувають загального користування, промислові, міські та спеціального призначення.

Невід'ємною складовою транспортної системи є транспортна інфраструктура, яка відіграє ключову роль у формуванні єдиної транспортної мережі. Вона забезпечує перевезення вантажів, а також включає комунікації різних видів транспорту.

Транспортна інфраструктура – це сукупність об'єктів (підприємств, закладів), які займаються ремонтом, будівлею та реконструкцією, а також експлуатаційним утриманням доріг, мостів та інших транспортних шляхів, що задовольняють потреби населення та виробництва у перевезенні вантажів.

До складу транспортної інфраструктури належать залізниці, залізничні вузли й станції, автомобільні дороги, автомагістралі, вулиці, авіалінії та аеропорти, річкові шляхи й порти, морські порти, складські та ремонтні заклади, вантажні термінали.

Оскільки багато елементів вітчизняного транспортного комплексу є морально застарілими, фізично зношеними та не відповідають міжнародним вимогам і стандартам, необхідно провести технічну та технологічну реструктуризацію. Наприклад, автомобільні дороги України не відповідають європейським стандартам щодо багатьох показників, зокрема таких, як: швидкість

транспортування, навантаження на осі, забезпечення необхідною кількістю пунктів технічної та медичної допомоги, харчування і відпочинку. Залізниця також потребує реконструкції, переоснащення і поступового будівництва нових потужностей, оновлення парку рухомого складу. Для розвитку морського транспорту необхідно формування інфраструктури морських портів та забезпечення її розвитку відповідно до світових стандартів, будівництва нових причальних гідротехнічних споруд; оновлення наявних та будівництво нових суден і плавучих споруд для обслуговування суден. Повітряний транспорт потребує комплектації сучасними літаками, будівництва і реконструкції об'єктів авіаційно-виробничої інфраструктури.

Удосконалення транспортного комплексу відкриє нові можливості для розвитку транспортної мережі, зміцнення міжнародних зв'язків, посилення трафіку на всіх видах транспорту та розвитку інфраструктури тощо. [6]

Висновок.

Отже, розробка мультимодальної транспортної мережі сприятиме формуванню інтегрованої мережі, яка забезпечить виконання різних комбінацій модальних частин маршрутів між будь-якими двома точками мережі.

Перспективи подальших досліджень у даному напрямку.

Дослідження вантажопотоків що здійснюються різними видами транспорту.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Глоссарий по статистике транспорта ЕЭК ООН. Третье издание, 2003. – 114-115 с, – Режим доступу: www.unecce.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp6/pdfdocs/glossru3.pdf

2. Необхідність врегулювання мультимодальних перевезень в Україні на законодавчому рівні [Електронний ресурс] / Brok-Trade, PE – 2014. – 9 Вересня – Режим доступу: <http://cargo-ua.com/news-archive/2647-neobkhidnist-vregulyuvannya-multimodalnikh-perevezen-v-ukrajini-na-zakonodavchomu-rivni>

3. Ширяєва С.В., Кравчук О.В. Принципи моделювання національної мультимодальної транспортної мережі / Ширяєва С.В., Кравчук О.В. / Проблеми транспорту – К. 2013– Вип. 10.

4. Чайка І.В., Крикун В.О. Доцільність участі України у формуванні міжнародних транспортних коридорів / Чайка І.В., Крикун В.О. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://nauka.kushnir.mk.ua/?p=64210>

5. Карпенко О. О., Бабина О. Є. Інтенсифікація розвитку змішаних перевезень вантажів в Україні шляхом формування мережі транспортно-логістичних центрів і транспортно-логістичних кластерів. / Карпенко О. О., Бабина О. Є., [Електронний ресурс] – Х.: Бізнес Інформ: науковий журнал – 2013. – Вип.11. – С.180-185 – Режим доступу: http://business-inform.net/pdf/2013/11_0/180_185.pdf

6. Концепція розвитку транспортно-дорожнього комплексу (ТДК) України до 2015 року і подальший період [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.uts.in.ua/ua/kontseptsiya_rozvytku_transportno-dorozhnogo_kompleksu_tdk_ukrayiny_do_2015_roku_i_podalshyj_period.html

REFERENCES

1. Glossary for Transport Statistics UNECE. Third Edition, 2003. – 114-115 c, – Mode access: www.unecce.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp6/pdfdocs/glossru3.pdf (Rus)

2. The need for regulation of multimodal transport in Ukraine at the legislative level [electronic resource] / Brok-Trade, PE - 2014. - September 9 – Mode access <http://cargo-ua.com/news-archive/2647-neobkhidnist-vregulyuvannya-multimodalnikh-perevezen-v-ukrajini-na-zakonodavchomu-rivni> . (Ukr)

3. Shyriaieva S.V., Kravchuk A.V. Simulation principles of national multimodal transportation network. / Shyriaieva S.V., Kravchuk A.V. / Problems of transport. – K.: NTU – 2013. – Vol. 10. (Ukr)

4. Chayka I.V., Krykun V.O. Feasibility of Ukraine's participation in the formation of international transport corridors / Chayka I.V., Krykun V.O. [electronic resource], – Mode access: <http://nauka.kushnir.mk.ua/?p=64210> . (Ukr)

5. Karpenko O. O., Babyna O. Ye. Intensification of Development of Mixed Transportation of Freight in Ukraine through Formation of the Network of Transportation and Logistic Centres and Transportation and Logistic Clusters / Karpenko O. O., Babyna O. [electronic resource] – Kh .: Business Inform Research Journal – 2013. – Vol.11. – S.180-185 – Mode access: http://business-inform.net/pdf/2013/11_0/180_185.pdf . (Ukr)

6. The concept of the transport system (TBC) Ukraine until 2015 and beyond [electronic resource] – Mode access: http://www.uts.in.ua/ua/kontseptsiya_rozvytku_transportno-dorozhnogo_kompleksu_tdk_ukrayiny_do_2015_roku_i_podalshyj_period.html. (Ukr)

РЕФЕРАТ

Ширяева С.В. Основні складові мультимодальної транспортної мережі / С.В. Ширяева, К.І. Даньківська // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

У статті розглянуто особливості та основні складові мультимодальної транспортної мережі.

Об'єкт дослідження – процес формування мультимодальної транспортної мережі.

Мета роботи – визначення основних складових мультимодальної транспортної мережі.

Мультимодальні перевезення активно розвиваються і удосконалюються на транспортних маршрутах Європи, Азії та США і сприяють інтеграції локальних транспортних систем у світовий ринок транспортних послуг.

Єдина транспортна мережа повинна відповідати вимогам суспільного виробництва, мати розгалужену інфраструктуру для надання всього комплексу транспортних послуг.

Основною складовою єдиної транспортної мережі країни є мультимодальна транспортна мережа, яка представляє собою сукупність мультимодальних транспортних коридорів, вузлів та шляхів сполучення різних видів транспорту.

Результати роботи можуть бути застосовані для формування національної мультимодальної транспортної мережі.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – дослідження вантажопотоків різними видами транспорту.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: МУЛЬТИМОДАЛЬНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, МУЛЬТИМОДАЛЬНА ТРАНСПОРТНА МЕРЕЖА, МУЛЬТИМОДАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ КОРИДОР, ТРАНСПОРТНІ ВУЗЛИ, ТРАНСПОРТНІ ШЛЯХИ СПОЛУЧЕННЯ

ABSTRACT

Shyriaieva S.V., Dankivska K.I. Main components multimodal transport network. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

The article reviews the features and the main components of multimodal transport network

The object of study – the formation of multimodal transport network.

Purpose – to determine of the main components of multimodal transport network.

Multimodal transportations actively developing and improved on the routes of Europe, Asia and USA and promote integration of local transport systems in the world market transport services.

Integrated transport network must comply with the requirements of social production, have extensive infrastructure for providing the whole range of transport services.

The main component of integrated transport network of the country is a multimodal transport network, which is a set of multimodal transport corridors, nodes and routes of transport modes.

The results can be used to create a model of the national multimodal transport network.

Estimated assumptions about the object of study – simulation of national multimodal transport network.

Projected assumptions about the object of study – a study of rate of freight different modes of transport.

KEY WORDS: MULTIMODAL TRANSPORT, MULTIMODAL TRANSPORT NETWORKS, MULTIMODAL TRANSPORT CORRIDORS, TRANSPORTATION HUBS, TRANSPORT HIGHWAYS

РЕФЕРАТ

Ширяева С.В. Основные составляющие мультимодальной транспортной сети // С.В. Ширяева, Е.И. Даньковская // Вестник Национального транспортного университета. Серія «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье рассмотрены особенности и основные составляющие мультимодальной транспортной сети.

Объект исследования – процесс формирования мультимодальной транспортной сети.

Цель работы – определение основных составляющих мультимодальной транспортной сети.

Мультимодальные перевозки активно развиваются и совершенствуются на транспортных маршрутах Европы, Азии и США и способствуют интеграции локальных транспортных систем в мировой рынок транспортных услуг.

Единая транспортная сеть должна соответствовать требованиям общественного производства, иметь разветвленную инфраструктуру для предоставления всего комплекса транспортных услуг.

Основной составляющей единой транспортной сети страны является мультимодальная транспортная сеть, которая представляет собой совокупность мультимодальных транспортных коридоров, узлов и сообщения различных видов транспорта.

Результаты работы могут быть использованы для формирования национальной мультимодальной транспортной сети.

Прогнозные предположения о развитии объекта исследования – исследование грузопотоков различными видами транспорта.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: МУЛЬТИМОДАЛЬНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ, МУЛЬТИМОДАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СЕТИ, МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ КОРИДОРОВ, ТРАНСПОРТНЫХ УЗЛОВ, ТРАНСПОРТНЫЕ ПУТИ СООБЩЕНИЯ

АВТОРИ:

Ширяева Світлана Володимирівна, кандидат технічних наук, професор Національний транспортний університет, професор кафедри транспортних технологій, e-mail: svtlana007@gmail.com, тел. +380508855299, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 432.

Даньківська Катерина Ігорівна., Національний транспортний університет, аспірантка кафедри транспортних технологій, e-mail: katyuchin@gmail.com, тел. +38093-644-61-46, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 432.

AUTHOR:

Shiryayev Svetlana V., Ph.D., professor, National Transport University, professor department of transport technologies, e-mail: svtlana007@gmail.com, tel. +380508855299, Ukraine, 01010, Kyiv, vul. , Suvorova str. 1, of 432.

Dankivska Katherina I., National Transport University, postgraduate, department of transport technologies, e-mail: katyuchin@gmail.com, tel. + 38093-644-61-46, Ukraine, 01010, Kyiv, vul. , Suvorova str. 1, of 432.

АВТОРЫ:

Ширяева Светлана Владимировна, кандидат технических наук, професор, Национальный транспортный университет, професор кафедры транспортных технологий, e-mail: svtlana007@gmail.com, тел. +3 80508855299, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 432.

Даньковская Екатерина Игоревна, Национальный транспортный университет, аспирантка кафедры транспортных технологий, e-mail: katyuchin@gmail.com, тел. +38093-644-61-46, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 432.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Омельченко О.Д., доктор технічних наук, професор, Національний авіаційний університет, професор кафедри "Організація авіаційних перевезень", Київ, Україна

Мельниченко О.І., кандидат технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри транспортного права та логістики, Київ, Україна.

REVIEWER:

Omelchenko O.D., Doctor of Technical Science, professor, National Aviation University, professor of the department "Organizations of air transportation", Kyiv, Ukraine.

Melnichenko O.I., Candidate of Science (Engineering), professor, National Transport University, professor of Transport Law and Logistics, Kyiv, Ukraine.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВИПИНАННЯ БУРИЛЬНИХ КОЛОН
В КАНАЛАХ КРИВОЛІНІЙНИХ СВЕРДЛОВИН

Шлюнь Н.В., Національний транспортний університет, Київ, Україна

COMPUTER SIMULATION OF DRILL STRING BENDING IN CHANNELS
OF CURVILINEAR BORE-HOLES

Shlyun N. V., National Transport University, Kyiv, Ukraine

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫПУЧИВАНИЯ БУРИЛЬНЫХ КОЛОН
В КАНАЛАХ КРИВОЛИНЕЙНЫХ СКВАЖИН

Шлюнь Н.В., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми

Найактуальнішим питанням в нашому столітті є розвиток нафтогазової промисловості та удосконалення умов буріння. З розвитком нових технологій додатковий інтерес викликає можливість буріння криволінійних свердловин. Оскільки похилі і горизонтальні свердловини дозволяють проникнути в нафто- і газonosні пласти вздовж шаруватої структури підземних родовищ, вони охоплюють великі зони запасів палива і є ефективними прийомами для збільшення об'ємів видобутку палива [1–4]. Як приклад, раніше, тільки одна третина вуглеводневого палива могла бути вилучена з газonosного шару. Тепер, сучасні технології дозволяють збільшити цей показник до 70%.

Найбільш шкідливі наслідки, пов'язані з деформованою БК всередині криволінійних свердловин полягають у погіршенні умов БК зумовлених постійною зміною балансу сил гравітації, сил опору (сил тертя), сил інерції і сил пружності, що діють на долото та бурильну колону, а також моментів цих сил [5,6]. Тому при бурінні криволінійних свердловин число позаштатних ситуацій і аварій залишається істотно високим. Все це робить проблему комп'ютерного моделювання процесів руху і пружного деформування бурильних колон у каналах криволінійних свердловин досить актуальною. В результаті випинання БК вступає в контакт зі стінкою свердловини і продовжує змінювати свою форму під дією повздовжньої сили, розподілених контактних сил та крутного моменту, що збільшуються. Моделювання вказаного процесу може бути виконано тільки за допомогою нелінійної теорії гнучких криволінійних стержнів. На основі даної теорії було виведено нелінійні диференціальні рівняння, що описують пружний вигин БК у середині порожнини свердловини [7]. В цьому випадку досить важливим виявляється питання правильного вибору системи відліку, в якій розглядається згинання колони. Застосування для цих цілей супутньої системи координат, одна з осей якої ортогональна поверхні свердловини, дозволило зменшити число шуканих змінних та виключити з розгляду невідому реакцію тиску БК на стінки свердловини. При цьому принциповими виявляються питання врахування геометричних властивостей геодезичних кривих на каналових поверхнях.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Проблеми теоретичного моделювання явищ критичного та закритичного випинання бурильних колон в вертикальних та криволінійних свердловинах є актуальними питаннями. Незважаючи на півстолітню історію дослідження таких станів, починаючи з першого у вертикальних свердловинах Любінські та ін. в 1962 р [8] і стаття в 1984 р. Доусона і Паслея [9] присвячена вигину БК в похилих свердловинах, далеко від завершення і до цих пір. Детальний аналіз їх стану представлений в роботах [4,10,11]. Як впливає з цих оглядів, в основному, підходи, які використовувалися дослідниками що працювали над цією проблемою були засновані на режимі втрати стійкості наближеному до

синусоїдальних або спіральних кривих (як це зробив Ейлер в 1744 році). Тим не менш, Кунья зауважує в [4]: «Один важливий момент, зазначений в цьому огляді літератури, полягає в тому, що різні автори представили суперечливі результати для критичних сил втрати стійкості». В даній роботі більш детально розглянуть випадки втрати стійкості для каналових свердловин з коловою віссю.

Рівняння критичних станів БК в свердловині з коловою віссю

Розглянемо проблему критичного вигину БК, що лежить на дні увігнутої частини свердловини з коловою траєкторією (тобто, на екваторі зовнішньої тороїдальної поверхні). У цьому стані $u = u_0 + \frac{1}{R+a}s$, $u' = \frac{1}{R+a}$, $u'' = 0$, $v = 0$, $v' = 0$, $v'' = 0$, $k_x = 0$, $k_y = \frac{1}{R+a}$, $k_z = 0$ і після лінеаризації, системи нелінійних рівнянь, що описують такий стан БК [7] отримаємо:

$$\begin{cases} \frac{d}{ds} \delta F_y = F_z \delta k_x - f^{gr} \sin\left(u_0 + \frac{s}{R+a}\right) \delta v + f^{gr} a \cos\left(u_0 + \frac{s}{R+a}\right) \delta v', \\ \frac{d}{ds} \delta F_z = f^{gr} \sin\left(u_0 + \frac{s}{R+a}\right) \delta u, \\ \frac{d}{ds} \delta v = \delta(v'), \\ \frac{d}{ds} \delta(v') = -\frac{1}{a(R+a)} \delta v + \frac{1}{a} \delta k_x, \\ \frac{d}{ds} (\delta u) = 0. \end{cases} \quad (1)$$

Як можна бачити з шостого рівняння цієї системи, $\delta u(s) = const$. На підставі граничної умови $\delta u(0) = 0$, можна отримати $\delta u(s) = 0$. Тоді, друге рівняння системи (1) зводиться до форми $d\delta F_z/ds = 0$. В інших чотирьох рівняннях, функція $F_z(s)$ невідома. Вона розраховується за формулою:

$$F_z(s) = -f^{gr}(R+a) \sin\left(u_0 + \frac{s}{R+a}\right) + C, \quad (2)$$

де константа визначається з граничних умов. Це зручно виражати через стискаючі сили, що діють на нижньому кінці БК.

Ці чотири рівняння системи (1) зводяться до однорідного рівняння четвертого порядку

$$\begin{aligned} \delta v^{IV} + \left[\frac{1}{a(R+a)} - \frac{F_z}{EI} \right] \delta v'' - \frac{f^{gr}}{EI} \cos\left(u_0 + \frac{s}{R+a}\right) \delta v' + \\ + \left[\frac{f^{gr}}{aEI} \sin\left(u_0 + \frac{s}{R+a}\right) - \frac{F_z}{aEI(R+a)} \right] \delta v = 0. \end{aligned} \quad (3)$$

Воно має нетривіальні розв'язки для типів функції $F_z(s)$, в виродженій формі. Стан БК, відповідний цій функції $F_z(s)$, є критичним. Тоді, це власна-функція і нетривіальне рішення рівняння (3) є власне-режим, що представляє режим критичного випинання БК. Можна бачити, що із застосуванням запропонованого підходу, проблема 3D деформування БК в криволінійній свердловині зводиться до аналізу проблеми, аналогічній проблемі Ейлера стійкості пучка. Дуже важлива властивість рівняння (3) полягає у відсутності крутного моменту в його коефіцієнтів. Це означає, що на початковій стадії випинання БК, процес біфуркації не залежить від крутного моменту. Аналогічний висновок робиться по відношенню до прямолінійної похилої свердловини в [7].

Стійкість в каналах з коловою віссю.

Очевидно, що рівняння (3) не може бути вирішене за допомогою аналітичних методів. Нижче наведено результати чисельного аналізу, вони були отримані за допомогою методу скінченних різниць. Критична функція осьового навантаження $F_z^{cr}(s)$ проводиться шляхом спільної дії стискаючої осьової сили $F_z(s)$ на кінці БК $s=S$ і розподілених сил тяжіння $f^{gr}(s)$, що були знайдені за допомогою методу половинного кута. У Випадку, що розглядається БК розташована на увігнутій ділянці каналу свердловини, БК закріплена на її кінцях. Вплив довжини БК S , радіуса R , та положення БК в каналі свердловини при критичних значеннях і режимах початкової втрати стійкості були вивчені при розгляді наступних значень характерних параметрів: $E = 2.1 \cdot 10^{11}$ Па, $\rho_{st} = 7.8 \cdot 10^3$ кг/м³, $\rho_m = 1.3 \cdot 10^3$ кг/м³, $d_1 = 0.1683$ м, $d_2 = 0.1483$ м.

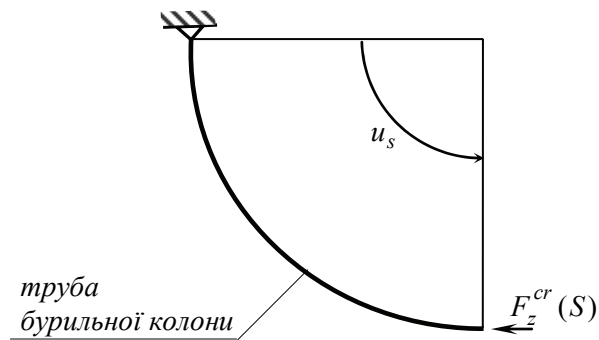
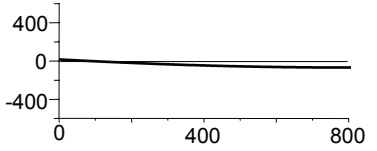
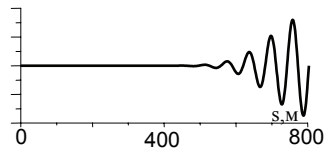
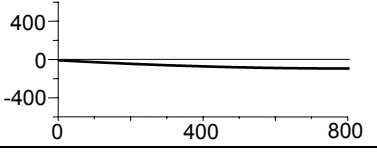
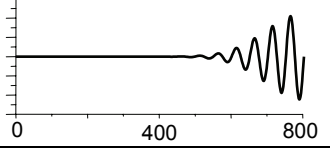
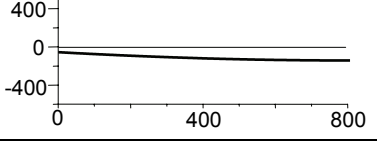
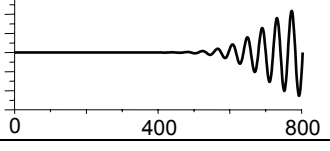
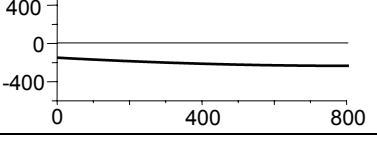
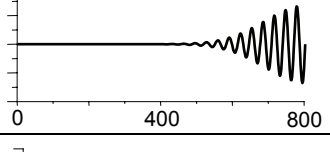
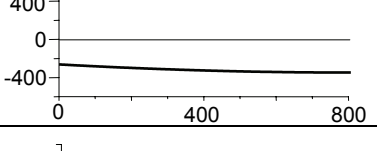
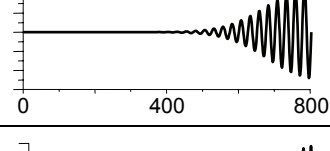
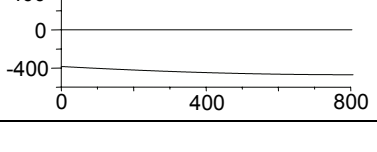
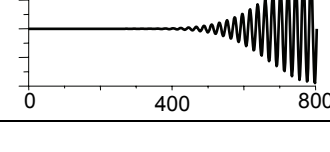


Рисунок 1 – Схема розташування БК в середині торіадального каналу

У випадку представленою на рис. 1 приймалося, що БК лежить на увігнутому сегменті свердловини і її нижній кінець дотичний до горизонталі. Початкове значення u для верхнього кінця було $u_0 = 0$ а кут охоплення $u_s = 90^\circ$. Розрахунки проводилися для значень зазорів $a = 1; 0,5; 0,25; 0,1; 0,05$ і $0,03$ м, у той час як радіус осьової лінії свердловини був зафіксований $R = 573$ м. Хоча перші два значення a не можуть бути застосовані, та вони включені в аналіз, щоб з'ясувати тенденцію еволюції критичного стану зі зміною зазору. В розрахунках сегмент $0 \leq s \leq S$ був розділений на 500 різницевих секцій. Отримані дані свідчать, що якщо довжина БК порівняно коротка ($S < 20$ м), і зазор порівняно великий ($a > 0.25$ м), вигин БК відповідає вигину прямолінійної балки з простою напівсинусоїдальною формою і критичним значенням Ейлера $F_z^{cr}(S) \approx P_{Eul}^{cr} = \pi^2 EI / S^2$. Таким чином, $F_z^{cr} = -94.38$ кН для $S = 20$ м і $a = 1$ м, у той час як $P_{Eul}^{cr} = -80.85$ кН. Цей факт може частково свідчити про адекватність і надійність запропонованого підходу. Збільшення довжини і зменшення зазору тягне за собою перевищення і істотне ускладнення форми втрати стійкості, яка набуває форми крайового ефекту в нижній (стислій) зоні. У таблиці 1, наведені результати моделювання вигину БК для ділянки свердловини, що є деякою частиною кола ($u_0 = 50^\circ$, $u_s = 40^\circ$, $u_0 + u_s = 90^\circ$). Ці дані включають значення критичної сили $F_z^{cr}(S)$ на кінці $s = S$, функції критичної осьової сили $F_z(s)$, і функції $v(s)$ втрати стійкості БК. Вони показують, що критичні значення $F_z^{cr}(S)$ порівняно малі для $a \geq 0.25$ м і верхній сегмент БК розтягується (див функцій $F_z(s)$). З цієї причини, вигин БК переважає в нижній стисненій ділянці, і має вигляд крайового ефекту, характерний для сингулярно збурених систем.

Таблиця 1 – Критична сила $F_z^{cr}(S)$ і форма втрати стійкості БК для випадку $S=800$ м.

$u_0 = 50^\circ$, $u_S = 40^\circ$, $u_0 + u_S = 90^\circ$, $P^{cr} = 0,040 \cdot 10^3$ Н

№ п/п	a , м	Критична сила $F_z^{cr}(S)$ на кінці $s = S$, кН	Функція осьової сили $F_z(s)$, кН	Форма $v(s)$ втрати стійкості
1	1	$68,75 \cdot 10^3$		
2	0,5	$98,34 \cdot 10^3$		
3	0,25	$141,8 \cdot 10^3$		
4	0,1	$234,0 \cdot 10^3$		
5	0,05	$347,1 \cdot 10^3$		
6	0,03	$469,3 \cdot 10^3$		

Робота виконана в рамках держбюджетної теми 0112U000137 «Математичне моделювання процесів безаварійного буріння в сланцевих породах і в шельфових зонах морських акваторій»

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Aadnoy Design of oil wells using analytical friction models / Aadnoy, Bernt S. Ketil Andersen. – J. Petr. Sci. Eng. 2001. – 32. – 53 – 71.
2. Brett, J.F. Uses and limitations of drillstring tension and torque models for monitoring hole conditions / Brett, J.F., Beckett, A.D., Holt, C.A., Smith, D.L. – SPE Drill. Eng. 1989. – 4. – 223 – 229.
3. Chang, K.W. Nonlinear singular perturbation phenomena springer –verlag / Chang, K.W. and Howes, F.A. New York, Berlin, Heidelberg, Tokyo.
4. Cunha, J. C. Buckling of tubulars inside wellbores: A review on recent theoretical and experimental works / Cunha, J. C. – 2004. – SPE Drilling and Completion. (March). – 13–18.
5. Gulyayev V.I. Free vibrations of drill strings in hyper deep vertical bore-wells /Gulyayev V.I., Borshch O.I. – J. Petr. Sci. Eng. – 2011. – 78. –P. 759 – 764.

6. Gulyayev V.I. The buckling of elongated rotating drill strings / Gulyayev V.I., Gaidaichuk V.V., Solovjov I.L., Gorbunovich I.V. – J. Petr. Sci. Eng. –2009. – 67. – P. 140 – 148.
7. Gulyayev, V.I. Theoretical modelling of post - buckling contact interaction of a drill string with inclined bore-hole surface / Gulyayev, V.I., Andrusenko, E.N., Shlyun, N.V. – Structural Engineering and Mechanics. 2014. – 49(4). – 427-448.
8. Lubinski, A. Helical buckling of tubing sealed in packers. Lubinski, A., Althouse, W.S., and Logan, J.L. – JPT. 1962. – 14(6), Trans., AIME., 225 (June). 655–670.
9. Dawson, R. Drill pipe buckling in inclined holes / Dawson, R. and Paslay, R.R. – J. Pet. Technol. 1984. – 36. –1734–1738
10. Dubrovin, B. A. Modern Geometry –Methods and Application / Dubrovin, B. A., Novikov, S.P., and Fomenko, A.T.
11. Mitchell, R. F. Helical buckling of pipe with connectors and torque / Mitchell, R. F. and Miska, S. – SPE Drilling and Completion. 2006. – (June). – 108–115.
12. Mitchell, R.F. 2008. Tubing buckling – the state of the art / Mitchell, R.F. – SPE Drilling and Completion. 2008. –(December). – 361–370.

REFERENCES

1. Aadnoy Design of oil wells using analytical friction models / Aadnoy, Bernt S. Ketil Andersen. – J. Petr. Sci. Eng. 2001. – 32. – 53 – 71.
2. Brett, J.F. Uses and limitations of drillstring tension and torque models for monitoring hole conditions / Brett, J.F., Beckett, A.D., Holt, C.A., Smith, D.L. – SPE Drill. Eng. 1989. – 4. – 223 – 229.
3. Chang, K.W. Nonlinear singular perturbation phenomena springer –verlag / Chang, K.W. and Howes, F.A. New York, Berlin, Heidelberg, Tokyo.
4. Cunha, J. C. Buckling of tubulars inside wellbores: A review on recent theoretical and experimental works / Cunha, J. C. – 2004. – SPE Drilling and Completion. (March). – 13–18.
5. Gulyayev V.I. Free vibrations of drill strings in hyper deep vertical bore-wells /Gulyayev V.I., Borshch O.I. – J. Petr. Sci. Eng. – 2011. – 78. –P. 759 – 764.
6. Gulyayev V.I. The buckling of elongated rotating drill strings / Gulyayev V.I., Gaidaichuk V.V., Solovjov I.L., Gorbunovich I.V. – J. Petr. Sci. Eng. –2009. – 67. – P. 140 – 148.
7. Gulyayev, V.I. Theoretical modelling of post - buckling contact interaction of a drill string with inclined bore-hole surface / Gulyayev, V.I., Andrusenko, E.N., Shlyun, N.V. – Structural Engineering and Mechanics. 2014. – 49(4). – 427-448.
8. Lubinski, A. Helical buckling of tubing sealed in packers. Lubinski, A., Althouse, W.S., and Logan, J.L. – JPT. 1962. – 14(6), Trans., AIME., 225 (June). 655–670.
9. Dawson, R. Drill pipe buckling in inclined holes / Dawson, R. and Paslay, R.R. – J. Pet. Technol. 1984. – 36. –1734–1738
10. Dubrovin, B. A. Modern Geometry –Methods and Application / Dubrovin, B. A., Novikov, S.P., and Fomenko, A.T.
11. Mitchell, R. F. Helical buckling of pipe with connectors and torque / Mitchell, R. F. and Miska, S. – SPE Drilling and Completion. 2006. – (June). – 108–115.
12. Mitchell, R.F. 2008. Tubing buckling – the state of the art / Mitchell, R.F. – SPE Drilling and Completion. 2008. –(December). – 361–370.

РЕФЕРАТ

Шлюнь Н.В. Комп'ютерне моделювання випинання бурильних колон в каналах криволінійних свердловин / Н.В. Шлюнь // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

У статті досліджується задача про вплив викривлення каналової порожнини на характер біфуркаційного випинання БК. Розглянута форма свердловини, представлена плоскою дугою кола, побудовано рівняння критичного випинання БК в цій свердловині. Знайдено критичні значення осової стискаючої сили, прикладеної до нижнього кінця БК для випадків розташування її сегмента на бічних ділянках її увігнутих дуг. Встановлено, що критичні значення осової сили підкоряються

деяким закономірностям, пов'язаним з модами випинання. Показано, що відповідно до висновків теорії сингулярно збурених рівнянь форми втрати стійкості БК мають вигляд крайових ефектів.

Об'єкт дослідження – бурильні колони в каналах криволінійних свердловин.

Мета роботи – дослідити вплив викривленої каналової порожнини на характер біфуркаційного випинання БК.

Методи дослідження – бурильна колона ототожнювалася з наддовгим трубчастим стержнем. Математична модель квазістатичної поведінки бурильної колони до її контактної взаємодії зі стінкою свердловини будувалась у вигляді сингулярно збурених диференціальних рівнянь руху обертового наддовгого стержня в пружній постановці. Для аналізу геометрії бурильної колони використовуються методи теорії геодезичних кривих на поверхнях.

Результати статті можуть бути впроваджені в технології буріння глибоких свердловин.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – пошук оптимальних режимів буріння.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: БУРИЛЬНА КОЛОНА, КРИВОЛІНІЙНА СВЕРДЛОВИНА, ГЕОДЕЗИЧНА КРИВА, БІФУРКАЦІЙНЕ ВИПИНАННЯ, ЗАКРИТИЧНЕ ДЕФОРМУВАННЯ.

ABSTRACT

Shlyun N.V. Computer simulation of drill string bending in channels of curvilinear bore-holes. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

In the paper, the problem of influence of the bore-hole channel curvature on the character of the drill-string bifurcation buckling is stated. The bore-hole trajectories represented by a plane circle arc are considered, the equation of critical buckling of the DS is constructed. Critical values of axial compressing force applied to the lower end of the drill string are calculated for different cases of its segment location in side and lower parts of it concave arcs. It is established that the critical values of the axial force satisfy some regularities, connected with the buckling modes. It is shown that the stability loss modes have the shapes of boundary effects associated with the theory of the singularly perturbed equations.

The research object is a drill string in the channel of a bore-hole.

The method of analysis. The drill string is considered as long elastic tube rod. Mathematical model of the rod quasistatic mechanical behavior in the case of its contact interaction with the bore-hole wall is constructed in the form of singularly perturbed differential equations of a long string with the use of elastic statement. To analyse geometry of the drill string, the method of the theory of geodesical curves in surfaces are used.

The results of the article can be inculcated in technologies of deep bore-hole drilling.

Forecast assumptions about the object of study – the search of optimal regimes of drilling.

KEYWORDS: DRILL STRING, CURVILINEAR BORE-HOLE, GEODESICAL CURVE, BIFURCATION BUCKLING, POST-CRITICAL DEFORMING.

РЕФЕРАТ

Шлюнь Н.В. Компьютерное моделирование выпучивания бурильных колон в каналах криволинейных скважин. / Н.В. Шлюнь // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

В статье исследуется задача о влиянии искривленной каналовой полости на характер бифуркационного выпучивания БК. Рассмотрена форма скважины, представленная плоской дугой окружности, построено уравнение критического выпучивания БК в этой скважине. Найдены критические значения осевой сжимающей силы, приложенной к нижнему концу БК для случаев расположения ее сегмента на боковых участках ее вогнутых дуг. Установлено, что критические значения осевой силы подчиняются некоторым закономерностям, связанным с модами выпучивания. Показано, что в соответствии с выводами теории сингулярно возмущенных уравнений формы потери устойчивости для некоторых БК имеют вид краевых эффектов.

Объект исследования – бурильные колонны в каналах криволинейных скважин.

Цель работы – исследовать влияние искривленной каналовой полости на характер бифуркационного выпучивания БК.

Методы исследования – бурильная колонна отождествлялась со сверхдлинным трубчатым стержнем. Математическая модель квазистатического поведения бурильной колонны при ее контактном взаимодействии со стенкой скважины строилась в виде сингулярно возмущенных дифференциальных уравнений движения вращающегося сверхдлинного стержня в упругой постановке. Для анализа геометрии бурильной колонны используются методы теории геодезических кривых на поверхностях.

Результаты статьи могут быть внедрены в технологии бурения глубоких скважин.

Прогнозные предположения о развитии объекта исследования – поиск оптимальных режимов бурения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: БУРИЛЬНАЯ КОЛОННА, КРИВОЛИНЕЙНАЯ СКВАЖИНА, ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ КРИВАЯ, БИФУРКАЦИОННОЕ ВПУЧИВАНИЕ, ЗАКРИТИЧЕСКОЕ ДЕФОРМИРОВАНИЕ.

АВТОР:

Шлюнь Н.В., аспірант, Національний транспортний університет, e-mail: nataliyashlyun@gmail.com, тел. +380667153633, Україна, 01010, м. Київ, вул. Кіквідзе, 42, к. 511.

AUTHOR:

Shlyun N. V., post-graduate students, National Transport University, e-mail: nataliyashlyun@gmail.com, tel. +380975936346, Ukraine, 01010, Kyiv, Kikvidze str., 42, of. 511

АВТОР:

Шлюнь Н.В., аспирант, Национальный транспортный университет, e-mail: nataliyashlyun@gmail.com, тел. +380975936346, Украина, 01010, г. Киев, ул. Киквидзе, 42, к. 511.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Гайдайчук В.В., доктор технічних наук, професор, Київський національний університет будівництва і архітектури, завідувач кафедри теоретичної механіки, Київ, Україна.

Рассказов О.О., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри теоретичної механіки, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Gaidaichuk V.V., Dr. Sc., Professor, Kyiv National University of Structures and Architecture, Head of Department of Theoretical Mechanics, Kyiv, Ukraine.

Rasskazov O.O., Ds. Sc., Professor,, National Transport University, Head of Department of Theoretical Mechanics, Kyiv, Ukraine.

МЕТОДОЛОГІЯ ЕФЕКТИВНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ
ТЕРМІНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ

Шраменко Н.Ю., доктор технічних наук, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна

METHODOLOGY OF EFFECTIVE ORGANIZATION
OF THE TERMINAL SYSTEM IN DELIVERY LOADS

N. Shramenko, Doctor of Technical Science, Kharkov National Automobile and Highway University, Kharkov, Ukraine

МЕТОДОЛОГИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ
ТЕРМИНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ

Шраменко Н.Ю., доктор технических наук, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Харьков, Украина

Вступ.

В сучасних умовах суттєво зросло значення застосування термінальних технологій в макро- та мікрологістичних системах. Це пов'язано з інтегруванням терміналами великої кількості логістичних функцій. Обґрунтована передача логістичних операцій спеціалізованим підприємствам дозволяє виконувати їх найбільш прогресивним в технічному та технологічному відношенні способом. Розвиток терміналів являється необхідною умовою формування в країні сучасної транспортної інфраструктури.

На даний час виник логістичний підхід до систем транспортування, що за підтримкою науки дозволяє створювати гнучкі, керовані транспортні системи з випереджальною інформацією, добре адаптовані до реальних умов процесу доставки з мінімізацією витрат і виконанням вимог споживача.

Аналіз публікацій.

В останні роки значно зросли масштаби та сфери застосування евристичних методів для вирішення різних задач в області проектування, прогнозування та управління в умовах застосування інтерактивних систем. Однак, в багатьох працях не достатньо розглянуто питання формування інтегрованих систем управління з використанням інформаційних і логістичних технологій, а також не вирішується проблема ресурсозбереження, зокрема при функціонування термінальних систем [1].

Відомий спосіб організації транспортного процесу залізниць України на базі логістичних принципів [2], що враховує наявність технічних, технологічних, інфраструктурних та фінансових обмежень з метою отримання синергетичного ефекту при виконанні вантажних перевезень, який базується на моделі із використанням механізму стимулювання виконавчих підрозділів. Недоліком виступає відсутність формалізації джерел формування величини стимулювання елементів підрозділів та неврахування вартості виконання робіт, що суттєво впливає на кінцевий результат; в якості суб'єктів розглянуто лише залізниця та вантажовласник, що не є достатнім при розгляді складних систем.

Відомий спосіб вибору оптимальних варіантів логістичних ланцюгів доставки вантажів для заданих параметрів попиту на транспортні послуги [3], де оцінка результату взаємодії суб'єктів процесу доставки щодо множини всіх альтернативних варіантів логістичних ланцюгів здійснюється за допомогою синергетичного ефекту, який базується на сумарній величині ефектів, досягнутих окремими учасниками процесу доставки в результаті їхньої взаємодії. Недоліками виступають: неврахування впливу синхронізації логістичних потоків, що обумовлює збільшення ефективності процесу доставки в результаті інтеграції, злиття окремих підсистем в єдину систему; система доставки вантажів розглянута узагальнено з позиції наявності посередника в якості організатора перевезення та не передбачає детального аналізу ланцюгів постачання для різних транспортно-технологічних систем, крім того не враховано умови ресурсозбереження. Отже, розглянута технологія орієнтована на виконання транспортного обслуговування з огляду на одну заявку з боку вантажовласника. Однак, для термінальних систем доставки крім автоперевізника, що працює на розвізно-збірних маршрутах, характерна наявність магістрального перевізника, укрупнення і розукрупнення партій вантажу, а заявки на обслуговування не зберігають своїх початкових характеристик.

Існуючі системи організації термінальної доставки не передбачають визначення синергетичного ефекту, що базується на синхронізації логістичних потоків та застосуванні ресурсозберігаючих технологій.

Мета та постановка задачі.

Мета дослідження – розробка методології ефективної організації термінальної системи доставки вантажів для системи підтримки прийняття рішення, що враховує нові багатокритеріальні ресурсозберігаючі підходи для всіх її підсистем за умов максимізації синергетичного ефекту.

Задачею, поставленою в основу дослідження, є формування інтегрованої інформаційної системи підтримки прийняття рішення в технологічному циклі термінальної системи, що дозволить виключити «людський фактор», будучи автоматизованою, вдосконалити якість отримуваної інформації, що реалізовується шляхом надання системі евристичного характеру, модернізувати збір та обробку інформації про вантажовласників та їх вимоги щодо доставки, про наявні ресурси терміналу, час виконання технологічних операцій, місцезнаходження транспортних засобів при їх переміщенні в конкретний момент часу, здійснити оптимізацію технологічних процесів та взаємоузгодження дій учасників доставки для формування ресурсозберігаючих технологій та синхронізації логістичних потоків з метою забезпечення максимального синергетичного ефекту.

Основи формування інтегрованої інформаційної автоматизованої системи підтримки прийняття рішення в функціональному циклі термінальної системи.

Організацію термінальної системи доставки вантажів пропонується здійснювати за допомогою автоматизованої системи (рис. 1), яка має автоматизовані робочі місця вантажовідправників (АРМ ВВ) 1, вантажоодержувачів (АРМ ВО) 2, диспетчерів автотранспортних підприємств (АРМ АТП) 3, диспетчерів логістичних центрів терміналів (АРМ ДЛЦТ) 4, операторів логістичних центрів терміналів (АРМ ОЛЦТ) 5, диспетчерів магістральних перевізників (АРМ МП) 6, що з'єднані між собою засобами зв'язку, та в яку додатково введено пристрій моделювання та блок підтримки прийняття рішення. Пристрій моделювання, що містить в собі п'ять блоків моделювання, та блок прийняття рішення, які встановлені на кожному АРМ ДЛЦТ 4, виконані з можливістю формування ресурсозберігаючих технологій, синхронізації логістичних потоків та взаємоузгодження дій учасників доставки з використанням даних, що надходять і заносяться у базу даних блока вхідної інформації АРМ ДЛЦТ 4, за критерієм, який передбачає максимізацію синергетичного ефекту.

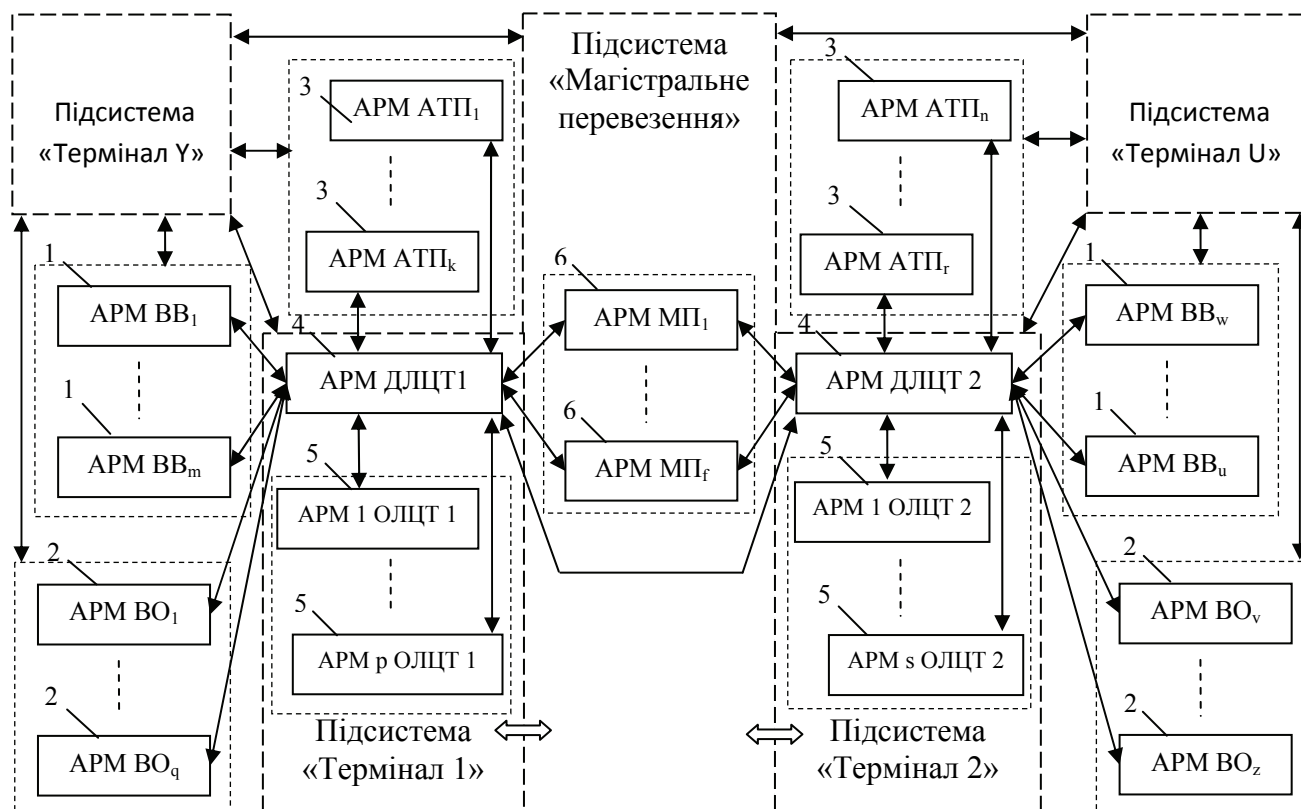


Рисунок 1 – Структурна схема автоматизованої системи для організації термінальної системи доставки вантажів

В свою чергу, синергетичний ефект функціонування термінальної системи доставки, який визначається з урахуванням емерджентних властивостей системи та впливу синхронізації логістичних потоків, оцінено економічною складовою, яку пропонується визначати у такий спосіб:

$$\Psi = f(F_{\text{ВВ}i}, F_{\text{АТП}i}, F_{\text{Т}i}, F_{\text{МП}i}) = \left[\sum_h \Delta C_h(\Delta R_h) + \sum_g \Delta C_g(\Delta t_g) \right] \cdot \frac{1}{Q_{\text{доб}}} \rightarrow \max, \quad (1)$$

де Ψ – економічна складова синергетичного ефекту функціонування ТСДВ;

$F_{\text{ВВ}i}, F_{\text{АТП}i}, F_{\text{Т}i}, F_{\text{МП}i}$ – ефект відповідно вантажовласника, АТП, що працює на розвізних збірних маршрутах, терміналу та магістрального перевізника від застосування i -ої технології доставки;

$\Delta C_h(\Delta R_h)$ – економія витрат в результаті впровадження ресурсозберігаючих технологій;

ΔR_h – скорочення кількості h -го виду ресурсу;

$\Delta C_g(\Delta t_g)$ – скорочення витрат за рахунок синхронізації логістичних потоків g -го виду;

Δt_g – скорочення часу просування вантажопотоку в ТСДВ;

$Q_{\text{доб}}$ – добовий обсяг вхідного вантажопотоку на терміналі, т.

При цьому досягається скорочення ресурсів різних типів у підсистемах процесу доставки за рахунок формування оптимальних ресурсозберігаючих технологій, скорочення часу просування вантажопотоку в ланцюзі постачання в результаті синхронізації логістичних потоків, виключення «людського фактора» при формуванні вхідної інформації та прийнятті рішення, що підвищить статистичну достовірність параметрів, взаємоузгодження дій учасників доставки, що задовольняє вимогам інтероперабельності складних систем, зменшення часу прийняття управлінських рішень в процесі доставки, що дозволяє підвищити якість обслуговування вантажовласників та з максимальною ефективністю врахувати інтереси всіх учасників процесу доставки.

Слід зауважити, що для оптимізації технологічних процесів окремих підсистем термінальної системи доставки вантажів розроблено комплекс моделей, на що спрямовані попередні дослідження, зокрема [4-11].

Вантажовласники за допомогою пристрою визначення географічних координат на основі GPS-приймача (смартфона) визначають свою дислокацію. Модуль введення інформації забезпечує введення через мережу Інтернет та накопичення замовлень вантажовласників (дислокація та кількість клієнтів, обсяги партій відправки), їх вимоги щодо обслуговування (час подачі транспортного засобу, терміновість обслуговування – «точно в строк», протягом доби чи за періодами доби) та введення диспетчером терміналу чи зовнішньою інформаційною системою характеристик парку рухомого складу (модель, марка, вантажопідйомність, кількість автомобілів, нормативні витрати палива, витрати на експлуатацію та утримання автомобілів) на певний період, узгоджені з вантажовласником надбавки до тарифу за перевезення на певний період, рівень рентабельності перевізника, додаткові параметри моделювання та обмеження. На основі отриманих координат модуль обробки інформації формує матрицю відстаней вантажовласників.

Інформація про кількісний склад дрібнотоннажних автомобілів, транспортно-складських механізмів та наявного персоналу, що оснащені радіочастотними мітками для дистанційного зчитування, фіксується пристроями зчитування, розміщеними в місцях перетину меж окремих зон терміналу, і передається на АРМ диспетчера терміналу. Інформація про місцезнаходження завантажених автомобілів в конкретний час, які здійснюють розвезення-збір вантажу та міжтермінальні перевезення, передається на АРМ диспетчера терміналу через мережу Інтернет за допомогою GPS-трекерів, розміщених на транспортних засобах. Інформація про час виконання окремих технологічних операцій термінальної системи доставки вантажів надходить за допомогою пристроїв вимірювання та контролю часу виконання технологічних операцій, що розміщуються в контрольних точках зон їхнього виконання. Сформована і записана в блок пам'яті вхідна інформація передається в пристрій моделювання, який містить в собі п'ять блоків моделювання (перший – блок моделювання варіантів технології роботи автомобілів на збірних маршрутах, другий – блок моделювання обсягів партії відправки при міжтермінальному перевезенні, третій – блок моделювання варіантів технології обробки вантажу на терміналі, четвертий – блок моделювання варіантів міжтермінального перевезення, п'ятий – блок моделювання варіантів технології роботи автомобілів на розвізних маршрутах), де проводиться декілька експериментів, для яких відрізняється кількість транспортно-складських і людських ресурсів, транс-

портно-технологічна схема міжтермінального перевезення, час виконання технологічних операцій, терміновість та пріоритетність обслуговування вантажовласників, по формуванню технологій термінальної системи доставки вантажів і обчислюються витрати і загальний час по кожній з технологій із множини T . Варіанти моделювання надходять в блок підтримки прийняття рішення, де виконується вибір оптимальних варіантів організації термінальної системи доставки вантажів на основі критерію максимізації синергетичного ефекту. Якщо на будь-якому етапі блоком підтримки прийняття рішення не вдається знайти оптимальне рішення задачі, або задачу вирішити неможливо, диспетчер терміналу здійснює коригування параметрів моделювання, після чого проводяться експерименти поки не буде найкращим чином для певного періоду задоволена умова блоку підтримки рішення і диспетчер отримує рекомендації з можливістю формування аналітичних звітів. За результатами прийнятого диспетчером остаточного рішення щодо оптимального варіанту організації термінальної системи доставки вантажів для певного періоду за допомогою блоку прийняття рішення через мережу Інтернет узгоджуються дії всіх учасників термінальної системи доставки вантажів.

Запропонована методологія ефективної організації термінальної системи доставки вантажів для системи підтримки прийняття рішення в технологічному циклі термінальної системи дозволяє зменшити час прийняття управлінських рішень в процесі термінальної доставки, підвищити якість обслуговування вантажовласників, з максимальною ефективністю врахувати інтереси всіх учасників процесу доставки та забезпечує максимізацію синергетичного ефекту за рахунок врахування емерджентних властивостей системи, формування оптимальних ресурсозберігаючих технологій доставки та синхронізації логістичних потоків на базі автоматизації та інформаційних технологій.

Запропонована методологія організації термінальної системи доставки вантажів відрізняється тим, що:

- при організації термінальної системи доставки вантажів досягається забезпечення максимізації синергетичного ефекту за рахунок врахування емерджентних властивостей системи, формування оптимальних ресурсозберігаючих технологій доставки та синхронізації логістичних потоків на базі автоматизації та інформаційних технологій;

- для формування вхідної інформації використано: пристрій визначення географічних координат на основі GPS-приймача, що знаходиться в користуванні у вантажовласника, GPS-трекери, що розміщуються на транспортних засобах, радіочастотні мітки для дистанційного зчитування, інформація з яких фіксується пристроями зчитування, розміщеними в місцях перетину меж окремих зон терміналу, що дозволить модернізувати збір та обробку інформації, будучи автоматизованою, виключити «людський фактор», вдосконалити якість отримуваної інформації;

- в системі використовують пристрої вимірювання та контролю часу виконання технологічних операцій, які розміщуються в контрольних точках зон їхнього виконання, з використанням дротового або бездротового з'єднання, що дозволить підвищити точність вимірюваних параметрів та їх статистичну достовірність;

- в системі використовують блок прийняття рішення, за допомогою якого через дротове або бездротове з'єднання узгоджуються дії всіх учасників термінальної системи доставки вантажів, що задовольняє вимогам інтероперабельності складних систем.

Висновки

Запропоновано критерій ефективності функціонування термінальної системи доставки вантажів, який передбачає максимізацію синергетичного ефекту та визначається з урахуванням емерджентних властивостей системи з розрахунку на 1 т вантажу, що доставляється, з метою врахування технологічних особливостей процесу доставки.

Розроблена методологія ефективної організації термінальної системи доставки вантажів для системи підтримки прийняття рішення в технологічному циклі термінальної системи, що ґрунтується на комплексі методів, способів та методик, спрямованих на формування оптимальних ресурсозберігаючих технологій за рахунок скорочення ресурсів різних типів у підсистемах процесу доставки, скорочення часу просування вантажопотоку в ланцюзі постачання в результаті синхронізації логістичних потоків та дозволяє виключити «людський фактор» при формуванні вхідної інформації та прийнятті рішення, що підвищить статистичну достовірність параметрів, обумовлює взаємоузгодження дій учасників доставки, що задовольняє вимогам інтероперабельності складних систем.

Розроблено рекомендації для формування інтегрованої інформаційної автоматизованої системи підтримки прийняття рішення в функціональному циклі термінальної системи, що передбачають доповнення до АРМ оператора логістичного центру транспортного підприємства (терміналу).

Напрямки подальших досліджень: формалізація економічної складової синергетичного ефекту та розробка програмного забезпечення для оперативного управління процесом організації термінальної системи доставки вантажів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Троицкая Н.А. Мультимодальные системы транспортировки и интермодальные технологии / Н.А. Троицкая, А.Б. Чубуков, М.В. Шилимов. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 336 с.
2. Ломотко Д.В. Формування транспортного процесу залізниць України на базі логістичних принципів: автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.22.01 – транспортні системи/ Українська державна академія залізничного транспорту. - Х., 2008 - 40 с.
3. Наумов В.С. Розвиток науково-технологічних основ експедиторського обслуговування на автомобільному транспорті: автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.22.01 – транспортні системи/ Харківський національний автомобільно-дорожній університет. - Х., 2013 - 40 с.
4. Шраменко Н.Ю. Теоретико-методологічні основи ефективного функціонування термінальних систем при доставці дрібнопартійних вантажів: Монографія / Н.Ю. Шраменко. – Харків: ХНАДУ, 2010. – 156 с.
5. Шраменко Н.Ю. Модель оптимізації параметрів каналів розподілу вантажопотоків при міжнародних перевезеннях / Н.Ю. Шраменко // Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. – 2006. – Вып. 18 – С.45–49.
6. Шраменко Н.Ю. Модель оптимального планування роботи автомобілів на розвізних маршрутах при перевезеннях дрібнопартійних вантажів / Н.Ю. Шраменко // Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. – 2007.– Вып. 20. – С. 129–132.
7. Шраменко Н.Ю. Определение технологических параметров функционирования терминального комплекса / Н.Ю. Шраменко // Вісник Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля: наук. журнал. – Луганськ: 2010. – № 7 (149). – С. 197–201.
8. Шраменко Н.Ю. Вибір раціональної технології обробки вантажопотоку на термінальних комплексах в умовах ресурсозбереження / Н.Ю. Шраменко // Вісник Національного транспортного університету: В 2-х частинах: Ч. 2. – К.: НТУ, 2010. – Випуск 21. – С. 227–232.
9. Шраменко Н.Ю. Выбор рационального количества трудовых ресурсов для транспортно-складского комплекса /Н.Ю. Шраменко // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте: наук.-техн. журнал. – Харьков: 2010. – № 5 – 6. – С. 74-77.
10. Шраменко Н.Ю. Оптимізація транспортно-технологічних процесів при перевалці вантажів на припортовому терміналі / Н.Ю. Шраменко, Л.В. Рокало // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте: наук.-техн. журнал. – Харьков: 2012. – № 1. – С.37-40.
11. Шраменко Н.Ю. Вибір раціональної транспортно-технологічної схеми доставки дрібнопартійних вантажів у міжнародному сполученні/ Н.Ю. Шраменко / Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля: науковий журнал – Луганськ: 2013. - Вип. 15(204) Ч.2. – С. 112-117.

REFERENCES

1. Troitskaya N.A. Multimodalnyie sistemyi transportirovki i intermodalnyie tehnologii / N.A. Troitskaya, A.B. Chubukov, M.V. Shilimov. – M.: Izdatelskiy tsentr «Akademiya», 2009. – 336 s. (Rus)
2. Lomotko D.V. Formuvannya transportnogo protsesu zalznits UkraYini na bazI logIstichnih printsipIv: avtoref. dis... d-ra tehn. nauk: 05.22.01 – transportnI sistemi/ UkraYinska derzhavna aka-demIya zalznichnogo transportu. - H., 2008 - 40 s. (Ukr)
3. Naumov V.S. Rozvitok naukovu-tehnologIchnih osnov ekspeditorskogo obslugovuvannya na avtomobilnomu transportI: avtoref. dis... d-ra tehn. nauk: 05.22.01 – transportnI sistemi/ HarkIv-skiy natsIonalniy avtomobilno-dorozhniy unIversitet. - H., 2013 - 40 s. (Ukr)
4. Shramenko N.Yu. Teoretiko-metodologIchnI osnovi efekktivnogo funktsIonuvannya termInal-nih sistem pri dostavtsI drIbnopartIonnih vantazhIv: Monografiya / N.Yu. Shramenko. – HarkIv: HNADU, 2010. – 156 s. (Ukr)
5. Shramenko N.Yu. Model optimIzatsIYi parametrlv kanallv rozpodllu vantazhopotoklv pri mIzhnarodnih perevezennyah / N.Yu. Shramenko // Avtomobilniy transport: sb. nauch. tr. – 2006. – Vyip. 18 – S.45–49. (Ukr)
6. Shramenko N.Yu. Model optimalnogo planuvannya roboti avtomobilIv na rozvIznih marsh-rutah pri perevezennyah drIbnopartIonnih vantazhIv / N.Yu. Shramenko // Avtomobilniy transport: sb. nauch. tr. – 2007.– Vyip. 20. – S. 129–132. (Ukr)

7. Shramenko N.Yu. Opredelenie tehnologicheskikh parametrov funktsionirovaniya terminal-nogo kompleksa / N.Yu. Shramenko // Visnik ShIdnoukr. nats. un-tu Im. V. Dalya: nauk. zhurnal. – Lu-gansk: 2010. – # 7 (149). – С. 197–201. (Ukr)

8. Shramenko N.Yu. Viblr ratsionalnoYi tehnologIYi obrobki vantazhopotoku na termInalnih kompleksah v umovah resursozberezhennya / N.Yu. Shramenko // Visnik NatsIonalnogo transportnogo unIversitetu: V 2-h chastinah: Ch. 2. – K.: NTU, 2010. – Vipusk 21. – S. 227–232. (Ukr)

9. Shramenko N.Yu. Vyibor ratsionalnogo kolichestva trudovyih resursov dlya transportno-skladskogo kompleksa /N.Yu. Shramenko // Informatsionno-upravlyayuschie sistemyi na zheleznodorozhnom transporte: nauk.-tehn. zhurnal. – Harkov: 2010. – # 5 – 6. – S. 74-77. (Ukr)

10. Shramenko N.Yu. OptimIzatsIya transportno-tehnologIchnih protsesIv pri perevaltsI vantazhIv na priportovomu termInalI / N.Yu. Shramenko, L.V. Rokalo // Informatsionno-upravlyayuschie sistemyi na zheleznodorozhnom transporte: nauk.-tehn. zhurnal. – Harkov: 2012. – # 1. – S.37-40. (Ukr)

11. Shramenko N.Yu. Viblr ratsionalnoYi transportno-tehnologIchnoYi shemi dostavki drIbnopartIonnih vantazhIv u mIzhnarodnomu spoluchennI/ N.Yu. Shramenko / Visnik ShIdnoukraYinskogo natsIonalnogo unIversitetu ImenI Volodimira Dalya: naukoviy zhurnal – Lugansk: 2013. - Vip. 15(204) Ch.2. – С. 112-117. (Ukr)

РЕФЕРАТ

Шраменко Н.Ю. Методологія ефективної організації термінальної системи доставки вантажів/ Н.Ю. Шраменко // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

Запропоновано критерій ефективності функціонування термінальної системи доставки вантажів, який передбачає максимізацію синергетичного ефекту та визначається з урахуванням емерджентних властивостей системи з розрахунку на 1т вантажу, що доставляється, з метою врахування технологічних особливостей процесу доставки.

Запропонована методологія ефективної організації термінальної системи доставки вантажів, що дозволяє здійснити оптимізацію технологічних процесів та взаємоузгодження дій учасників доставки для формування ресурсозберігаючих технологій та синхронізації логістичних потоків з метою забезпечення максимального синергетичного ефекту.

Розроблено рекомендації для формування інтегрованої інформаційної автоматизованої системи підтримки прийняття рішення в функціональному циклі термінальної системи, що передбачають доповнення до АРМ оператора логістичного центру транспортного підприємства (терміналу).

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ТЕРМІНАЛЬНА СИТЕМА, ТЕХНОЛОГІЯ, РЕСУРСИ, АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА, МОДЕЛЮВАННЯ, СИНЕРГЕТИЧНИЙ ЕФЕКТ.

ABSTRACT

Shramenko N.U. Methodology of effective organization of the terminal system in delivery loads. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

The criterion of efficiency of functioning of the terminal delivery of loads system is offered, that envisages maximization of synergetics effect and determined taking into account эмерджентных properties of the system from a calculation on a 1 ton of load that is delivered, with the purpose of account of technological features of process of delivery.

There have been developed technological fundamentals for the formation of an integrated information system to support automated decision-making in the functional cycle of the terminal system, which are based on a set of methods, techniques and strategies aimed at creating of optimal resource saving technologies, allowing with maximum efficiency to take into account the interests of all the participants of the process of delivery and ensure the maximization of the synergies effect.

Worked out to recommendation for forming of the integrated informative CAS of support of decision-making in the functional loop of the terminal system, that suppose adding to the automated worker to the place of operator of logistic center of a transport enterprise (terminal).

KEYWORDS: TERMINAL SYSTEM, TECHNOLOGY, RESOURCES, CAS, DESIGN, SYNERGETICS EFFECT.

РЕФЕРАТ

Шраменко Н.Ю. Методология эффективной организации терминальной системы доставки грузов / Н.Ю. Шраменко // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

Предложен критерий эффективности функционирования терминальной системы доставки грузов, который предусматривает максимизацию синергетического эффекта и определяется с учетом эмерджентных свойств системы из расчета на 1 т груза, который доставляется, с целью учета технологических особенностей процесса доставки.

Предложена методология эффективной организации терминальной системы доставки грузов, которая позволяет осуществить оптимизацию технологических процессов и согласование действий участников доставки для формирования ресурсосберегающих технологий и синхронизации логистических потоков с целью обеспечения максимального синергетического эффекта.

Разработаны рекомендации для формирования интегрированной информационной автоматизированной системы поддержки принятия решения в функциональном цикле терминальной системы, которые предполагают дополнения к АРМ оператора логистического центра транспортного предприятия (терминала).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ТЕРМИНАЛЬНАЯ СИСТЕМА, ТЕХНОЛОГИЯ, РЕСУРСЫ, АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА, МОДЕЛИРОВАНИЕ, СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ.

АВТОР:

Шраменко Наталя Юріївна, доктор технічних наук, доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, професор кафедри транспортних технологій, e-mail: nshramenko@gmail.com, тел. +380507673355, Україна, 61002, м. Харків, вул. Петровського, 25

AUTHOR:

Shramenko Natalia Y., Doctor of Technical Science, Associate Professor, Kharkov National Automobile and Highway University, professor, Department of Transportation, e-mail: nshramenko@gmail.com, tel. +380507673355, Ukraine, 61002, Kharkiv, street. Petrovsky, 25

АВТОР:

Шраменко Наталья Юрьевна, доктор технических наук, доцент, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, професор кафедри транспортних технологій, e-mail: nshramenko@gmail.com, тел. +380507673355, Украина, 61002, г. Харьков, ул. Петровского, 25

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Нагорний Є.В., доктор технічних наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, завідувач кафедри транспортних технологій, Харків, Україна.

Альошинський Є.С., доктор технічних наук, професор, Українська державна академія залізничного транспорту, завідувач кафедри транспортних систем та логістики, Харків, Україна.

REVIEWER:

Nagornyi E.V., Doctor of Technical Sciences, professor, Kharkov National Automobile and Highway University, head of Department of Transportation technologies, Kharkiv, Ukraine.

Alyoshinsky E.S., Doctor of Technical Sciences, professor, National University, professor, head of Department of Transportation systems and logistic, Kharkiv, Ukraine.

ФОРМУВАННЯ МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ

Шурупов В.О., Національний транспортний університет, Київ, Україна

DESIGNING A ROUTE NETWORK FOR DANGEROUS GOODS SHIPMENTS

Shurupov V.O., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ФОРМИРОВАНИЕ МАРШРУТНОЙ СЕТИ ПЕРЕВОЗОК ОПАСНЫХ ГРУЗОВ

Шурупов В.А., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми. В Європі для перевезення небезпечних вантажів визначена мережа спеціально облаштованих автомобільних доріг. Аналогічна мережа в Україні була сформована без суттєвого обґрунтування та врахування європейських вимог до її оснащення. Зростання аварійності на дорогах України в сукупності з їхньою непристосованістю до транспортування небезпечних вантажів веде до суттєвого підвищення ризиків нанесення шкоди здоров'ю людей, природному середовищу та економіці. Тому першочерговою проблемою є формування науково обґрунтованої мережі автомобільних доріг пристосованих до перевезень небезпечних вантажів та етапів її модернізації з метою приведення у відповідність до європейських вимог. На актуальність вирішення цієї проблеми вказують положення „Транспортної стратегії України на період до 2020 року” (затверджена Кабінетом Міністрів України від 20.10.10 р.) та Коаліційної угоди ВР України VIII скликання.

Аналіз публікацій. Формуванню мережі автомобільних доріг присвячено багато робіт провідних учених галузі автомобільних перевезень та прикладної математики [1 – 3]. В роботах цих та інших учених були викладені теоретичні основи наукового підходу до формування мережі автомобільних доріг.

Автор роботи [1] вказав, що одним із найбільш вагомих факторів розвитку мережі автомобільних доріг є мінімізація суми витрат на будівництво та експлуатацію доріг і витрат на перевезення за визначений період часу. Такий підхід виправданий при розгляді сумарного потоку автотранспортних засобів. Він не враховує ризики пов'язані із перевезенням небезпечних вантажів, можливі еколого-економічні збитки при аваріях, залежність витрат на перевезення від стану дорожнього покриття тощо. Крім того, принциповою відмінністю є те, що мережу перевезень небезпечних вантажів встановлюють на наявній мережі автомобільних доріг.

У фундаментальних роботах теорії графів та дискретного аналізу [2, 3] розглядають задачу побудови найкоротшої мережі, що з'єднує заданий кінцевий набір точок площини. Однак, ефективного алгоритму, що надає точне рішення не знайдено. Однокритеріальність задачі обмежує її практичне використання на транспорті.

Подібною за змістом до задачі, що розглядається, є проблема формування транспортних мереж міст та регіонів [4]. Її вирішенню присвячено більше сотні дисертаційних робіт, але загально визнаного способу побудови оптимальної мережі не існує. Важливим ґносеологічним висновком останніх робіт є відмова від принципу призначення маршрутів на основі найкоротших відстаней між початковим і кінцевим пунктами та вибір маршруту із сукупності шляхів, що відрізняються від найкоротшого на певну величину.

Метою публікації є визначення процедури формування науково обґрунтованої мережі автомобільних доріг необхідної для перевезень небезпечних вантажів та етапів її модернізації.

Виклад основного матеріалу. Конвенція про дорожнє перевезення небезпечних вантажів визначає обмеження які встановлюють компетентні державні органи. Це маршрути руху, обмеження, пов'язані: із проїздом транспортних засобів по тунелях, мостах; із рухом у певні дні тижня або року, у складних кліматичних умовах тощо. В Україні в 2004 році була затверджена маршрутна мережа для перевезень небезпечних вантажів у міжнародному сполученні, проїзд за якими здійснюється без оформлення спеціальних дозволів. Формування мережі було здійснено накладанням окремих маршрутів перевезень на карту дорожньої мережі без урахування особливостей перевезень кожного вантажу. Тобто мережа була розроблена шляхом з'єднання її компонентів, які створюються окремо.

Побудова мережі шляхом переходу від часткового до загального, на відміну від системного підходу, не забезпечує появу загальносистемного ефекту та властивості цілісності (емерджентності).

Згідно міжнародної практики такі мережі потребують додаткового облаштування, яке відсутнє в Україні. Це підвищує ризик виникнення техногенних катастроф у країні. Тому актуальним завданням є встановлення науково обґрунтованої маршрутної мережі перевезень небезпечних вантажів.

Проблема побудови дорожньої мережі турбує вчених із давню. На початку XIX століття Я. Штейнер вивчав задачу побудови найкоротшої мережі, що з'єднує заданий кінцевий набір точок площини. Однак ефективного алгоритму, що дає точне рішення проблеми Штейнера не існує. Наближене рішення дає алгоритм Краскала. Найбільш обґрунтований метод побудови оптимальної дорожньої мережі та удосконалення діючої викладено в роботі Я.В. Хом'яка. Однак, застосувати запропонований ним метод для формування маршрутної мережі перевезень небезпечних вантажів без суттєвого його вдосконалення вбачається недоцільним. По-перше, формування мережі здійснюється на наявній дорожній мережі; по-друге, критерій ефективності повинен включати не тільки питомі дорожньо-транспортні витрати, а й показники безпеки, швидкості та умов руху автотransпортних засобів та облаштування траси; по-третє, загальний принцип побудови оптимальної зв'язуючої мережі, що передбачає досягнення найменших питомих дорожньо-транспортних витрат на переміщення вантажів із цієї точки у всі інші точки мережі потребує заміни на інший, що передбачає мінімізацію критерію ефективності не окремих складових, а всієї мережі; по-четверте, закладене положення в алгоритм вирішення задачі про найкоротшу відстань між кореспондуючими пунктами доцільно замінити вибором шляху із сукупності відстаней близьких до найкоротшої. Крім цього, при формуванні мережі маршрутів перевезень небезпечних вантажів необхідно враховувати дві суперечливі вимоги: мінімізація витрат на утримання мережі та її інфраструктури та надійність сполучень. Перша вимога потребує ліквідацію надлишкових зв'язків, тоді як друга – їх встановлення. Необхідно зазначити, що на відміну від систем передачі інформації, де для забезпечення високої надійності зв'язку вимагають наявності існування не менше двох незалежних шляхів передачі інформації, на транспорті надлишкова кількість зв'язків уводиться з метою скорочення загального пробігу транспортних засобів, а надійність забезпечується інфраструктурними елементами, що забезпечують самовідновлення. Тому надійність на транспорті визначається не кількістю зв'язків, а часовими характеристиками.

У дослідженнях стосовно формування автомобільних маршрутних систем одержали розвиток як традиційні інженерні методи синтезу маршрутної мережі, так і розробляемі методи, орієнтовані на створення інтерактивних систем прийняття рішень і використання математичних методів оптимізації. Серед перших та других пропонуються методи, що направлені на вдосконалення, корегування, незначну модифікацію мереж, що існують, а також методи, які дозволяють проектувати кардинально нові маршрутні мережі, які при необхідності враховують окремі маршрути, що існують за рахунок їх апріорного включення в оптимальну сукупність, або за рахунок введення в перелік аналізуємих маршрутів.

Задача побудови оптимальної маршрутної мережі формулюють у більшості випадків як комбінаторну оптимізаційну задачу з одним або декількома критеріями. В однокритеріальних постановках за критерій оптимізації вибирають або мінімальний пробіг транспортних засобів, при різного роду явних та неявних ресурсних обмеженнях, або сумарні витрати на організацію та функціонування системи перевезень.

Методи рішення сформульованих оптимізаційних задач є евристичними і, у тому або іншому вигляді, включають наступні етапи:

- формування початкової множини маршрутів, що апріорно включають в оптимальну сукупність;
- формування множини можливих маршрутів – маршрутів, що задовольняють деякі необхідні умови;
- формування множини допустимих маршрутів, які утворюють відбором достатньо раціональних маршрутів із множини можливих маршрутів;
- аналіз альтернативних варіантів маршрутної мережі й вибір серед них найбільш раціонального;
- розрахунок вантажопотоків, кількості транспортних засобів і техніко-експлуатаційних показників.

Існує два альтернативних підходи до формування надлишкової сукупності маршрутів. В одному випадку виділяють найкоротші шляхи між пунктами мережі, характеристики яких

відповідають встановленим вимогам. У другому – по інтенсивності обміну відправлень виділяють пункти, що з'єднують потім у маршрут.

Для оптимізації маршрутної мережі перевезень небезпечних вантажів не може бути використана жодна із розглянутих методик без її суттєвої переробки.

У загальному виді задача побудови маршрутної мережі сформульована наступним чином. Задані пункти відправлення та прибуття вантажів та ділянки автотранспортної мережі, що їх з'єднують. Кожній ділянці поставлена у відповідність комплексна її характеристика. Встановлені розміри вантажопотоків між пунктами транспортної мережі. Потрібно визначити таку схему мережі маршрутів, щоб мінімізувати витрати на її облаштування та перевезення, а також можливі збитки від аварій при заданих ресурсних, технологічних і часових обмеженнях.

З математичної точки зору формування маршрутної мережі регіону полягає у покритті графу транспортної мережі системою підграфів, що перетинаються.

Вирішення поставленої задачі ускладнено значною кількістю варіантів маршрутних мереж, рівним $2^{N(N-1)}-1$. З цієї причини рішення задачі, що розглядається методом повного перебору варіантів неефективно. Дискретний нелінійний характер зміни значень оціночних критеріїв у залежності від розглядаємої комбінації маршрутів вимагає використання методів динамічного програмування. При встановленому критерії призначення маршруту вирішення задачі можливе на основі евристичного алгоритму з використанням методу направленої відбору варіантів.

Отже, задача синтезу автомобільної мережі для транспортування небезпечних вантажів є багатокритеріальною з можливістю використання на етапі безпосереднього формування мережі відомих математичних методів теорії графів. Тому для оцінки модернізації мережі перевезень небезпечних вантажів, що передбачає приведення її до вимог євростандартів, запропоновано використання комплексного критерію – максимізація різниці оцінки можливих ефектів та витрат на необхідний розвиток дорожньої інфраструктури. При цьому критерій оцінки можливих ефектів визначають згідно положень наведених в роботі [5]. Алгоритм рішення задачі передбачає виключення із мережі автомобільних доріг України заборонених для руху ділянок. Потім виконують процедуру направленої відбору варіантів. Вона на кожному кроці передбачає пошук і виключення із одержаної на попередньому кроці дорожньої мережі ділянки, що збільшує значення комплексного критерію. Ділянка мережі, що порушує зв'язаність графу не підлягає виключенню. Процедура завершується при досягненні критерієм максимального значення. Отримана на останньому кроці дорожня мережа є відправною мережею перевезень небезпечних вантажів для подальшого розвитку. Інтенсивність руху автотранспортних засобів із небезпечними вантажами є визначальною для поетапної черги модернізації автомобільних доріг.

Висновки. Встановлено, що формування автомобільної мережі для транспортування небезпечних вантажів необхідно виконувати з використанням комплексного критерію, який передбачає максимізацію різниці оцінки можливих ефектів та витрат на необхідний розвиток дорожньої інфраструктури. Оцінка можливих ефектів передбачає врахування транспортних витрат, дорожніх умов, безпеки руху, оцінку можливих еколого-економічних збитків у разі настання аварій.

Алгоритм формування автомобільної мережі для транспортування небезпечних вантажів забезпечує отримання прийнятного рішення з урахуванням встановлених обмежень на рух автотранспортних засобів та величину інвестицій у розвиток інфраструктури.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Хомяк Я.В. Проектирование оптимальных сетей автомобильных дорог / Я.В. Хомяк. – М.: Транспорт, 1969. – 144 с.
2. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход / Н. Кристофидес. – М.: Мир, 1978. – 396 с.
3. Романовский И.В. Дискретный анализ. – СПб. : Невский Диалект; БХВ-Петербург, 2008. – 336 с.
4. Сафронов Э.А. Транспортные системы городов и регионов / Э.А. Сафронов. – М.: Издательство АСВ, 2005. – 272 с.
5. Маршрутизація міжнародних автомобільних перевезень небезпечних вантажів / В.О. Шурупов // Вісник Національного транспортного університету. – К., 2014. – Вип. 29. – С.485 – 492.

REFERENCES

1. Khomiak Y.V. *Proektirovanie optimalnykh setey avtomobilnykh dorog* [Projecting optimal road networks]. Moscow, Transpory Publ., 1969. 144 p. (Rus)

2. Krestofides N. *Teoriya grafiv. Algoritmicheskiy podkhod* [Graph theory. An algorithmic approach]. Moscow, Mir Publ., 1978. 396 p. (Rus)
- 3 Romanovskiy I.V. *Diskretnyy analiz* [Discrete analysis]. Saint-Petersburg, Nevski Dialekt; BHV-Piterburg Publ., 2008. 336 p. (Rus)
4. Safronov E.A. *Transportnye sistemy gorodov i regionov* [Urban and regional transport systems]. Moscow, ASV Publ., 2005. 272 p. (Rus)
5. Shurupov V.O. *Marshrutyizatsia mizhnarodnykh avtomobilnykh perevezen nebezpechnykh vantazhiv* [Routing of international road transportation of dangerous goods]. *Visnyk Natsionalnoho transportnoho universytetu* [Bulletin of National Transport University], 2014, issue 29, pp. 485-492. (Ukr)

РЕФЕРАТ

Шурупов В.О. Формування маршрутної мережі перевезень небезпечних вантажів / В.О. Шурупов // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31).

Стаття присвячена підвищенню ефективності міжнародних автомобільних перевезень небезпечних вантажів та зменшенню господарсько-екологічних збитків у наслідок можливих аварій шляхом оптимізації відповідної маршрутної мережі України.

Об'єкт дослідження – формування маршрутної мережі перевезень небезпечних вантажів.

Мета роботи – визначення процедури формування маршрутної мережі перевезень небезпечних вантажів

Методи дослідження – системний аналіз методів синтезу мережі автомобільних доріг.

Відмічено, що маршрутна мережа перевезень небезпечних вантажів в Україні сформована на основі індуктивного методу без достатнього наукового обґрунтування та її улаштування не відповідає європейським вимогам.

Зазначено, що відомі методики формування мережі автомобільних доріг, які орієнтовані на забезпечення сполучення між населеними пунктами, не враховують особливості та обмеження при організації перевезень небезпечних вантажів.

У загальному виді задача побудови маршрутної мережі сформульована наступним чином. Задані пункти відправлення та прибуття вантажів та ділянки автотранспортної мережі, що їх з'єднують. Кожній ділянці поставлена у відповідність комплексна її характеристика. Встановлені розміри вантажопотоків між пунктами транспортної мережі. Потрібно визначити таку схему мережі маршрутів, щоб критерій ефективності приймав найкраще значення.

Формування автомобільної мережі перевезень небезпечних вантажів запропоновано виконувати на основі комплексного критерію, що максимізує різницю оцінки можливих ефектів та витрат на необхідний розвиток дорожньої інфраструктури. Оцінка можливих ефектів передбачає врахування транспортних витрат, дорожніх умов, безпеки руху, оцінку можливих еколого-економічних збитків у разі настання аварій.

Алгоритм рішення задачі передбачає виключення із мережі автомобільних доріг України заборонених для руху ділянок. Потім виконують процедуру направленої перебору варіантів. Вона на кожному кроці передбачає пошук і виключення із одержаної на попередньому кроці дорожньої мережі ділянки, що збільшує значення комплексного критерію. Ділянка мережі, що порушує зв'язаність графу не підлягає виключенню. Процедура завершується при досягненні критерієм максимального значення. Інтенсивність руху автотранспортних засобів із небезпечними вантажами є визначальною для встановлення черговості модернізації автомобільних доріг та їх ділянок.

Результати статті можуть бути впроваджені при плануванні перевезень небезпечних вантажів.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – обґрунтування етапності модернізації мережі перевезень небезпечних вантажів в Україні.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: НЕБЕЗПЕЧНИЙ ВАНТАЖ, ПЕРЕВЕЗЕННЯ, АВТОМОБІЛЬ, МЕРЕЖА ДОРІГ, МАРШРУТИЗАЦІЯ.

ABSTRACT

Shurupov V.O. Designing a route network for dangerous goods shipments. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2015. – Issue 1 (31).

This article is dedicated to efficiency improvement of international road shipments of dangerous goods and reduction of economic and ecological losses caused by possible accidents by optimizing the respective route network of Ukraine.

Object of the study – designing a route network for dangerous goods shipments.

Purpose of the study – to define a procedure of designing a route network for dangerous goods shipments.

Methods of the study – system analysis of synthesis methods for road network.

The article points out that the route network for dangerous goods shipments in Ukraine is designed based on inductive method without a sufficient scientific justification and that its arrangement does not correspond to European requirements.

The article indicates that the known methodologies for designing a road network oriented towards ensuring connections between settlements do not consider specifics and limits in organization of dangerous goods shipments.

In general aspect, the task of route network arrangement is formulated as follows. Points of arrival and departure, legs of the road network that link them are defined. Every leg has a corresponding complex characteristic. Freight flows rates between points of the transport network are defined. It is necessary to determine a route scheme that ensures the best value for efficiency criterion.

Designing a road network for dangerous goods shipments is proposed to perform on a basis of complex criterion that maximizes the margin between rate of possible effects and costs for road infrastructure development. Estimation of possible effects includes consideration of transport costs, road conditions, traffic security, and valuation of possible economic and ecological losses in case of accidents.

The solving algorithm provides for exclusion of prohibited for traffic legs from the road network of Ukraine. Then the procedure of enumeration of possibilities is performed. On every stage, it provides for searching and excluding a road network leg derived on the previous stage that increases the value of complex criterion. A network leg that does not interrupt the graph cohesion is not subject to exclusion. The procedure ends when the criterion reaches its maximal value. Traffic intensity of vehicles that ship dangerous goods is decisive for queuing the roads modernization.

The results of the article can be introduced in planning for dangerous goods shipments.

Forecast assumptions about the object of study – justification of staging in modernization of network for dangerous goods shipments in Ukraine.

KEY WORDS: DANGEROUS GOODS, SHIPMENTS, ROAD VEHICLE, ROAD NETWORK, ROUTING.

РЕФЕРАТ

Шурупов В.А. Формирование маршрутной сети перевозок опасных грузов / В.А. Шурупов // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2015. – Вып. 1 (31).

Статья посвящена повышению эффективности международных автомобильных перевозок опасных грузов и уменьшению хозяйственно-экологического ущерба в следствие возможных аварий путем оптимизации соответствующей маршрутной сети Украины.

Объект исследования – формирование маршрутной сети перевозок опасных грузов.

Цель работы – определение процедуры формирования маршрутной сети перевозок опасных грузов

Методы исследований – системный анализ методов синтеза сети автомобильных дорог.

Отмечено, что маршрутная сеть перевозок опасных грузов в Украине сформирована на основе индуктивного метода без достаточного научного обоснования и ее обустройство не отвечает европейским требованиям.

Указано, что известные методики формирования сети автомобильных дорог, которые ориентированы на обеспечение сообщения между населенными пунктами, не учитывают особенности и ограничения при организации перевозок опасных грузов.

В общем виде задача построения маршрутной сети сформулирована следующим образом. Заданы пункты отправления и прибытия грузов, а также участки автотранспортной сети, которые их соединяют. Каждому участку поставлена в соответствие комплексная ее характеристика. Установлены размеры грузопотоков между пунктами транспортной сети. Нужно определить такую схему сети маршрутов, чтобы критерий эффективности принимал наилучшее значение.

Формирование автомобильной сети перевозок опасных грузов предложено осуществлять на основе комплексного критерия, который максимизирует разность оценки возможных эффектов и затрат на необходимое развитие дорожной инфраструктуры. Оценка возможных эффектов предусматривает учет транспортных затрат, дорожных условий, безопасности движения, оценку возможного эколого-экономического ущерба в случае возникновения аварий.

Алгоритм решения задачи предусматривает исключение из сети автомобильных дорог Украины запрещенных для движения участков. Затем выполняют процедуру направленного перебора вариантов. Она на каждом шаге предусматривает поиск и исключение из полученной на предыдущем шаге дорожной сети участка, который увеличивает значение комплексного критерия. Участок сети, которая нарушает связанность графа не подлежит исключению. Процедура завершается при достижении критерием максимального значения. Интенсивность движения автотранспортных средств с опасными грузами является определяющей для установления очередности модернизации автомобильных дорог и их участков.

Результаты статьи могут быть использованы при планировании перевозок опасных грузов.

Прогнозные предположения относительно развития объекта исследования – обоснование этапности модернизации сети перевозок опасных грузов в Украине.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ОПАСНЫЙ ГРУЗ, ПЕРЕВОЗКА, АВТОМОБИЛЬ, СЕТЬ ДОРОГ, МАРШРУТИЗАЦИЯ.

АВТОР:

Шурупов Василь Олександрович, Національний транспортний університет, асистент кафедри транспортні системи та безпека дорожнього руху, e-mail: vs@avs-trans.com.ua, тел. +380674430888, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 435.

AUTHOR:

Shurupov Vasyl O. National Transport University, assistant lecturer department transport systems and road safety, e-mail: vs@avs-trans.com.ua, tel. +380674430888, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 435.

АВТОР:

Шурупов Василий Александрович, Национальный транспортный университет, ассистент кафедры транспортные системы и безопасность дорожного движения, e-mail: vs@avs-trans.com.ua, тел. +380674430888, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 435.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Воркут Т.А. доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри транспортного права та логістики, Київ, Україна.

Заславський В.А. доктор технічних наук, професор, Київський національний університет ім. Т. Шевченка, професор кафедри математичної інформатики, Київ, Україна..

REVIEWER:

Vorkut T.A., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, head of department of transport law and logistics, Kyiv, Ukraine.

Zaslavskiy V.A., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, Taras Shevchenko National University of Kyiv, head of department for mathematical informatics, Kyiv, Ukraine.