

УДК 001.89:005.6:378
UDC 001.89:005.6:378

DOI:10.33744/0365-8171-2023-114.2-014-027

**НОВІ НАПРЯМКИ В ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ УНІВЕРСИТЕТУ В УМОВАХ
ГЛОБАЛІЗАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ВИЩОЇ ОСВІТИ В УКРАЇНІ**

**NEW DIRECTIONS IN THE EDUCATIONAL PROCESS ORGANIZATION OF THE
UNIVERSITY IN CONDITIONS OF HIGHER EDUCATION GLOBALIZATION DEVELOPMENT
IN UKRAINE**



Гришчук Олександр Казимирович, кандидат технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри туризму, e-mail: gryshchuk@ntu.edu.ua, тел. (044) 280-20-14, Україна, 01010, м. Київ, вул. Омеляновича-Павленка, 1, к. 330

<https://orcid.org/0000-0003-2993-5566>



Харута Віталій Сергійович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, професор кафедри транспортного права та логістики, e-mail: kharuta_vitaliy@ntu.edu.ua, тел. (044) 280-46-67, Україна, 01010, м. Київ, вул. Омеляновича-Павленка, 1, к. 328,

<https://orcid.org/0000-0002-8897-7558>



Харченко Анна Миколаївна, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри транспортного будівництва та управління майном, e-mail: anna-x3@ukr.net, тел. +380442807909, Україна, 01010, м. Київ, вул. Омеляновича-Павленка, 1, к. 323,

<https://orcid.org/0000-0001-8166-6389>

Анотація: Стаття присвячена розгляду питання визначення нових напрямків в організації освітнього процесу університету в умовах глобалізаційного розвитку вищої освіти в Україні. Досліджено процеси євроінтеграції та трансформації вищої освіти в Україні. Проаналізовано заходи, які були здійсненні Національним транспортним університетом в кризових умовах, що були пов'язані з пандемією Covid-19 та воєнним станом. Визначено можливі виклики, що пов'язані з подальшим реформуванням вищої освіти. Зокрема, запровадженням нового переліку галузей знань та спеціальностей; зменшення граничного аудиторного навантаження викладача; запровадження обліку наукової роботи науково-педагогічних працівників; врегулювання питання присвоєння вченого звання рішенням університету; запровадження дистанційної форми здобуття освіти на заміну заочної

форми тощо. Розроблено основні напрямки в організації освітнього процесу для реалізації наступних кроків щодо підвищення якості освітньої діяльності. Зокрема, це здійснення перегляду внутрішніх нормативних документів; розробка нових зразків облікових документів щодо роботи науково-педагогічних працівників; перегляд освітніх програм та навчальних планів; запровадження систематичного підвищення кваліфікації науково-педагогічних працівників в напрямку дистанційної освіти; здійснення заходів з розширення можливостей університетської платформи дистанційної освіти Moodle; попередня робота зі стейкхолдерами щодо грантової діяльності та інші.

Ключові слова: глобалізаційні процеси, реформування вищої освіти, євроінтеграція, якість освітнього процесу, стратегічне планування

Вступ. Реформування будь-якої сфери діяльності є невід’ємним атрибутом сьогодення у зв’язку з постійними процесами розвитку науки, технологій, прогресу та глобалізації. Не винятком є і сфера вищої освіти, яка в Україні у зв’язку з євроінтеграцією потребує нагальних змін. Зокрема, це наголошено як високопосадовцями [1-4], так і науковцями та освітянами [5-15]. Відповідно до [16] трансформація вищої освіти відбувається за трьома напрямками – європеїзація, автономія закладів освіти, суб’єктність здобувачів та викладачів. Ці напрямки є стратегічними відносно розвитку освітньої діяльності університетів [15]. Це також визначено у Операційному плані реалізації у 2022–2024 роках Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2022–2032 роки [3, 4]. В таких умовах заклади вищої освіти повинні бути готовими до змін, швидко адаптуватися до процесів реформування вищої освіти та планувати стратегічні системні заходи щодо запобігання ризикам зниження якості освітньої діяльності. Таким чином, систематичний аналіз освітнього середовища, тенденцій реформування вищої освіти та розробка нових напрямків в організації освітнього процесу для університету є вкрай актуальним завданням.

Виклад основного матеріалу.

Система вищої освіти систематично зустрічається із численними викликами ще з часів здобуття незалежності [16]. Університети як головна ланка системи вищої освіти знаходяться постійно в епіцентрі глобалізаційних процесів та неминучого реформування. Зокрема, стратегією розвитку вищої освіти в Україні на 2022–2032 роки визначений курс відповідно до статті 431 глави 23 Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом щодо [3]: реформування та модернізації системи вищої освіти; сприяння зближенню у сфері вищої освіти в рамках Болонського процесу; покращення якості та підвищення важливості вищої освіти; поглиблення співробітництва між закладами вищої освіти; розширення можливостей закладів вищої освіти; активізації мобільності студентів, наукових, науково-педагогічних та педагогічних працівників.

Крім того в Стратегії ідентифіковані проблеми, які пов’язані з [3]: недостатнім рівнем фінансування системи вищої освіти, незабезпечення рівноправності та автономності закладів вищої освіти повною мірою; браком відкритості закладів вищої освіти; низьким рівнем доступності вищої освіти через недотримання європейських стандартів якості, стану інфраструктури та освітнього простору, базування освітнього процесу на наукових дослідженнях, забезпечення умов для вразливих категорій здобувачів; низьким рівнем забезпечення реалізації євроінтеграційних процесів у закладах вищої освіти; поширеною імітацією студентоцентризму, неконкурентною заробітною платою та умовами праці працівників тощо.

Крім вище перелічених проблем системи вищої освіти, університети останнім часом стикалися з додатковими викликами, які були пов’язані з карантинними заходами у зв’язку з COVID-19 та воєнним станом [9, 10]. Зокрема, у зв’язку з цим в 2020-2021 – 2022-2023 навчальних роках в Національному транспортному університеті було введено в дію ряд організаційних системних заходів для забезпечення якості освітнього процесу в складних умовах: розроблено перелік внутрішніх нормативних документів, які регулювали освітній процес; виконано заходи з організації освітнього процесу (оптимізація графіку навчального процесу та розкладу занять, тимчасове переведення здобувачів на змішане навчання, запровадження навчання за індивідуальним графіком для окремих

здобувачів); розроблено заходи з моніторингу якості освітнього процесу (щотижневе звітування факультетів про успішність та якість освітнього процесу тощо) [17].

Крім того були здійснені вимушені зміни в атестації здобувачів в університеті [18]:

- в 2020-2021 навчальному році розроблено «Тимчасовий порядку підготовки та проведення захисту відповідних кваліфікаційних робіт студентів» для проведення атестації здобувачів в онлайн форматі;

- в 2022-2023 навчальному році відповідно до наказу МОН України «Про проведення атестації випускників закладів фахової передвищої, вищої освіти» запроваджено зміни форми атестації здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з кваліфікаційної роботи на атестаційний екзамен (рис.1).

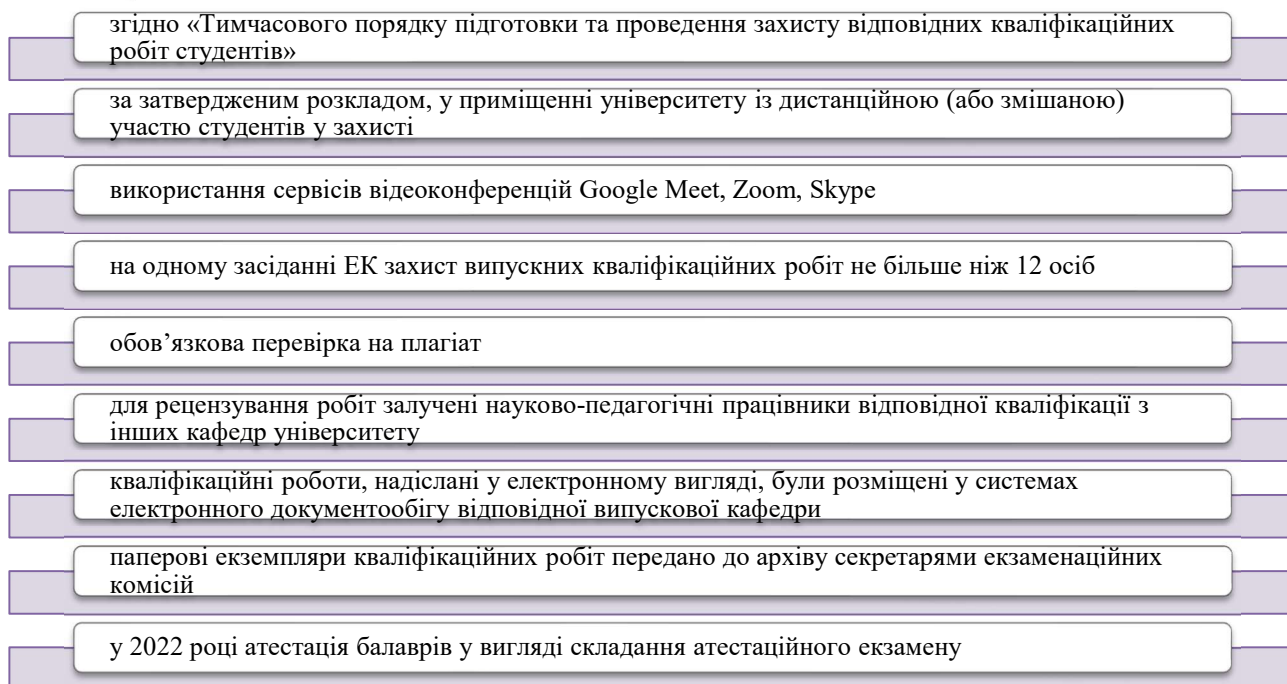


Рисунок 1 – Принципові підходи до атестації здобувачів в НТУ в 2020-2021 – 2022-2023 навчальних роках

Figure 1 – Principle approaches to the students certification at NTU in the 2020-2021 – 2022-2023 academic years

Виконана робота щодо моніторингу відповідності якості вищої освіти в складних умовах в університеті, яка включала:

- внутрішній моніторинг якості вищої освіти (проведено 5 видів опитувань здобувачів, батьків та викладачів);
- облік основних показників освітньої діяльності, їх відповідності законодавству України у сфері вищої освіти, Ліцензійним умовам та Положенню про акредитацію освітніх програм;
- розробку пропозиції щодо покращення показників освітньої діяльності;
- розробку заходів щодо вдосконалення якості освіти в НТУ на основі результатів зовнішнього оцінювання Національним агентством із забезпечення якості вищої освіти України тощо.

За результатами моніторингу було затверджене відповідне рішення Вченої ради університету з рекомендаціями щодо покращення освітньої діяльності (рис. 2).

В 2022-2023 навчальному році виконано аналіз результатів опитування стейкхолдерів та розроблено на його основі пропозиції щодо вдосконалення якості освіти в університеті. До них слід

віднести: поступове запровадження елементів навчання за дуальною формою освіти; поглиблення співпраці з роботодавцями, зокрема, залучення роботодавців до організації освітнього процесу за освітніми програмами університету; планомірна робота щодо вмотивованості викладачів до вдосконалення викладацької майстерності та публікації статей у міжнародних наукометричних базах, участі у міжнародних проектах, вдосконалення знань іноземних мов; інтенсифікація використання програмних продуктів в освітньому процесі; розширення функціональних можливостей платформ дистанційного навчання та сервісів, які використовує університет; посилення внутрішнього моніторингу освітніх програм; використання гнучкого режиму проведення занять онлайн (синхронний / асинхронний режим) [19].

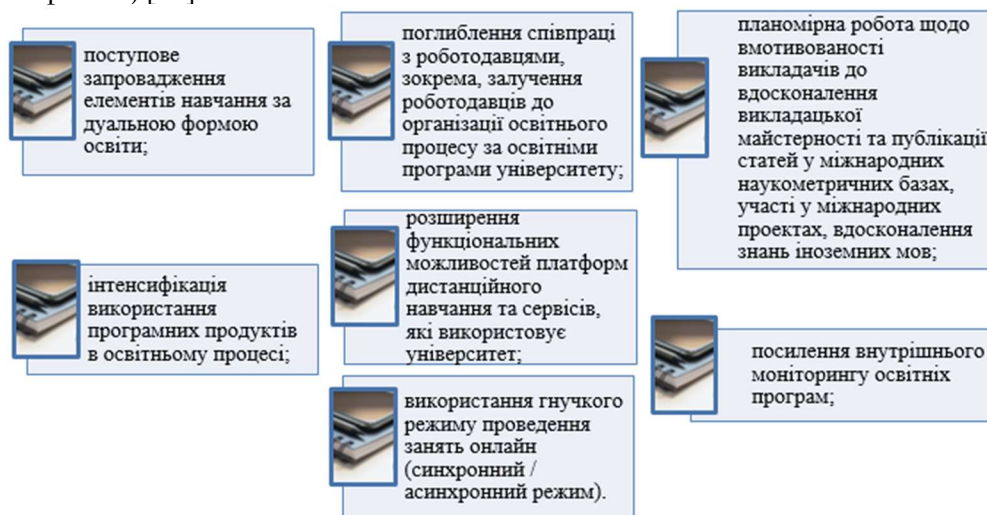


Рисунок 2 – Рекомендації Вченої ради НТУ за результатами моніторингу якості освітнього процесу у 2022-2023 н.р.

Figure 2 – Recommendations of the Scientific Council of NTU based on the results of monitoring the educational process quality in 2022-2023

Виконано моніторинг результатів екзаменаційних сесій за 2020-2022 рр. в університеті. Зокрема, усереднені результати осінньої екзаменаційної сесії 2022-2023 н.р. в Національному транспортному університеті показують, що рівень якості становив 78,9%, успішність – 92,3%.

За результатами здачі кваліфікаційних екзаменів бакалаврів екзаменаційними комісіями було встановлено високий рівень підготовки здобувачів у 2022 році. Якість за денною формою здобуття вищої освіти за першим (бакалаврським) рівнем складала: факультет менеджменту, логістики та туризму – 92%; факультет транспортних та інформаційних технологій – 91%; факультету транспортного будівництва – 89%; автомеханічний факультет – 96%; факультет економіки та права – 85%. Якість за заочною формою здобуття вищої освіти за першим (бакалаврським) рівнем складала в середньому 91%. Усереднений показник якості за результатами атестації здобувачів другого (магістерського) рівня за денною формою здобуття вищої освіти в університеті у 2022-2023 н.р. складав 91%, успішність – 98 %. Усереднений показник якості підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня за заочною формою здобуття вищої освіти у Національному транспортному університеті у 2022-2023 н.р. становив 85%, успішність – 98 %.

Рекомендаціями Вченої ради щодо підвищення якості освітніх програм за результатами підсумкової атестації у 2022-2023 н.р. були наступні (рис. 3): 1. Заходи на рівні університету: розширення об'єктів передкваліфікаційної практики та їх географії; підвищення обґрунтованості обраної тематики в розрізі конкретної освітньої програми; запровадження окремих модулів з ділового спілкування в дисциплінах, що формують soft skills тощо. 2. Заходи на рівні випускових кафедр:

оновлення програмного забезпечення кафедр; планування тематики кваліфікаційних робіт з урахуванням можливості виконання комплексних проектів; посилення вимог до змісту кваліфікаційних робіт та доведення їх до здобувачів вищої освіти; дотримання інноваційного та креативного підходу під час дипломного проектування тощо.

1. Заходи на рівні університету:

- розширити об'єкти передкваліфікаційної практики та їх географію;
- підвищити обґрунтованість обраної тематики в розрізі конкретної освітньої програми;
- запровадити окремі модулі з ділового спілкування в дисциплінах, що формують soft skills;
- забезпечити відповідність рецензентів стосовно тематики кваліфікаційних робіт;
- розширити використання сучасних прикладних програм.

2. Заходи на рівні випускових кафедр:

- не допускати використання у виконанні робіт застарілого програмного забезпечення;
- планувати тематику кваліфікаційних робіт з урахуванням можливості виконання комплексних проектів;
- більше уваги приділяти оформленню пояснювальної записки та ілюстративного матеріалу;
- посилити вимоги до змісту кваліфікаційних робіт;
- при оновленні екзаменаційних білетів атестаційних екзаменів посилити практичну складову питань, на які мають відповідати здобувачі освіти, дотримуватися інноваційного та креативного підходу.

Рисунок 3 – Рекомендації Вченої ради НТУ щодо підвищення якості освітніх програм за результатами підсумкової атестації у 2022-2023 н.р.

Figure 3 – Recommendations of the Scientific Council of NTU on improving the quality of educational programs based on the results of the final certification in 2022-2023

За 2020-2023 рр. суттєвих змін зазнали усі освітні програми університету. Зокрема, було посилено принципи студентоцентризму в університеті – запроваджено можливість вибору навчальних дисциплін з трьох каталогів: каталогу освітньої програми (профілюючий каталог), каталогу факультету та загальноуніверситетського каталогу (рис. 4).

Код н/д	Компоненти освітньої програми (навчальні дисципліни, курсові роботи, практики, кваліфікаційна робота)	Кількість кредитів	Форма підсумк. контролю
1	2	3	4
1. Обов'язкові компоненти ОП			
1.1 Цикл загальної підготовки			
ОК 1	Назва	3	залік
ОК 2	Назва	3	залік
Разом за циклом загальної підготовки		6	
1.2 Цикл професійної підготовки			
ОК 3	Назва	5	екзамен/КР
ОК 4	Назва	5	екзамен/КР
...	Назва	3	екзамен
Практична підготовка			
НД	Науково-дослідна практика	3	екзамен
ВП	Виробнича практика	9	екзамен
Атестація			
ВКР	Виконання кваліфікаційної роботи	21	екзамен
Разом за циклом професійної підготовки		61	
Разом за циклом 1 «Обов'язкові компоненти ОП»		67	
2. Вибіркові компоненти*			
2.1 Каталог ОП			
ВК 1	Вибірковий компонент каталогу ОП	5	залік
ВК 2	Вибірковий компонент каталогу ОП	5	залік
ВК ...	Вибірковий компонент каталогу ОП	5	залік
Разом за каталогом ОП		15	
2.2 Факультетський каталог**			
ВК Ф1	Вибірковий компонент каталогу факультету	4	залік
ВК Ф2	Вибірковий компонент каталогу факультету	4	залік
Разом за каталогом факультету		8	
Разом за циклом 2 «Вибіркові компоненти»		23	
ЗАГАЛОМ		90,0	

Якщо запропонований перелік дисциплін не задовольняє запитів здобувачів, вони мають право вибирати навчальні дисципліни, що пропонуються для інших рівнів вищої освіти з Загальноуніверситетського каталогу (<http://www.ntu.edu.ua/studentam/vibirkovi-distsiplini/>) за погодженням з деканом

Вибіркові дисципліни			
Перелік дисциплін, які студенти факультету вибирають замість дисциплін, які вивчають за профілюючим каталогом			
Графік вибору студентами навчальних дисциплін за циклом загальної підготовки на 2022-2023 н.р.			
Діяти згідно з графіком вибору студентами навчальних дисциплін за циклом загальної підготовки на 2022-2023 н.р.			
Діяти згідно з графіком вибору студентами навчальних дисциплін за циклом загальної підготовки на 2022-2023 н.р.			
ЗАГАЛЬНОУНІВЕРСИТЕТСЬКИЙ КАТАЛОГ ВИБІРКОВИХ ДИСЦИПЛІН			
Назва освітньої компоненти	Кількість кредитів	Форма підсумкового контролю	Курс/сем, за яким здійснюється дисципліна
Математика та статистика	3,00	Залік	МТ.ІІ.ІІІ
Основи функціонування транспортних систем	3,00	Залік	ОСТ.І.ІІ
Чисельне розв'язування диференціальних рівнянь	3,00	Залік	МТ.ІІ.ІІІ
Чисельне розв'язування диференціальних рівнянь	3,00	Залік	МТ.ІІ.ІІІ
Оптимізація	3,00	Залік	ОСТ.І.ІІ
Будівництво мостів	3,00	Залік	СТ.ІІ.ІІІ
Проектування мостів	3,00	Залік	СТ.ІІ.ІІІ
Оптимізація транспортних систем	3,00	Залік	МТ.ІІ.ІІІ

Рисунок 4 – Запровадження концепції вибіркових каталогів

Figure 4 – Introduction of the concept of selective catalogs

В 2022-2023 н.р. виконано оцінювання потреб у підвищенні кваліфікації науково-педагогічного персоналу. За результатами оцінювання було визначено топ-5 обраних напрямків підвищення кваліфікації відповідно до Постанови КМУ №800 від 21.08.2019 р. та Наказу МОН №1504 від 04.12.2022 р. (рис. 5) та розроблено відповідні курси для викладачів на базі Центру підвищення кваліфікації, перепідготовки, удосконалення керівних працівників і спеціалістів НТУ.

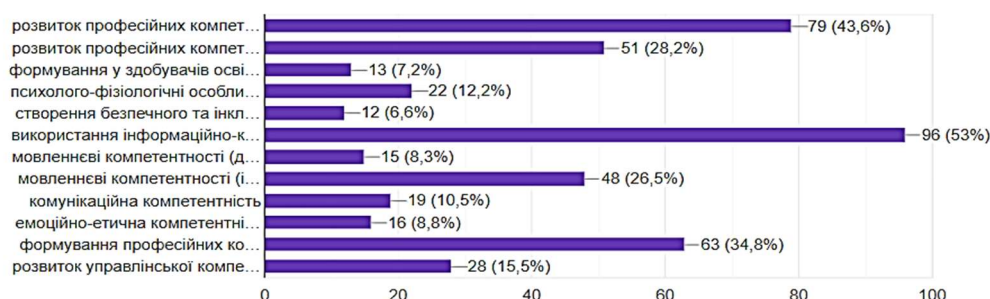


Рисунок 5 – Обрані напрямки підвищення кваліфікації науково-педагогічними працівниками
Figure 5 – Selected areas of professional development by scientific and pedagogical staff

Зокрема, 96 викладачів (53%) обрали напрямок «Використання інформаційно-комунікативних та цифрових технологій в освітньому процесі, включаючи електронне навчання, інформаційну та кібернетичну безпеку»; 79 викладачів (43,6%) – «Розвиток професійних компетентностей (педагогічна майстерність)»; 63 викладача – «Формування професійних компетентностей галузевого спрямування»; 51 викладач – «Розвиток професійних компетентностей (знання навчального предмета)»; 48 викладачів – «Мовленнєві компетентності (іноземна мова)».

Постійно проводиться робота з популяризації університету та його можливостей, що також позитивно впливає в контексті європейської інтеграції. Зокрема, застосовано соціальні мережі – Facebook, Telegram, YouTube, за допомогою яких університет популяризує освітні програми та наукові здобутки колективу, встановлює нові зв'язки з роботодавцями, вітчизняними та закордонними закладами освіти.

В даний час міжнародна співпраця Національного транспортного університету реалізується в різних напрямках, а саме: освітній процес студентів-іноземців; кредитна академічна мобільність; наукова співпраця з європейськими університетами, що передбачена програмами Горизонт 2020, Горизонт Європа, ERASMUS+; трансфер технологій; виконання білатеральних проектів тощо.

Проте, попереду можливі виклики, що пов'язані з наступними реформами вищої освіти [20, 2, 21, 22, 1, 16]. Зокрема, розглянемо декілька ключових з них:

1. Зменшення граничного аудиторного навантаження викладача з 600 годин до 400-500 і запровадження обліку наукової роботи науково-педагогічних працівників ЗВО. Прийнято в першому читанні за основу проект Закону України «Про внесення змін до деяких законів України щодо підтримки наукової роботи в закладах вищої освіти» [20]. Головна мета цього законодавчих змін – «посилення значущості наукової роботи в діяльності науково-педагогічних працівників, що дозволить підвищити результативність наукових досліджень в Україні, сприятиме забезпеченню якості вищої освіти завдяки кращому науковому підґрунтя освітнього процесу, створюватиме умови для більш вимогливого підходу закладів вищої освіти до власного наукового продукту» [20]. Таким чином, викладач-практик не матиме обов'язкової вимоги бути залученим до наукового процесу університету, натомість науково-педагогічний штатний працівник – матиме обліковане навантаження не тільки навчальної, а і наукової роботи.

Якщо порівнювати річне навчальне навантаження науково-педагогічних працівників України та деяких країн світу (рис. 6), то можна поміти, що викладачі українських закладів мають найбільшу кількість годин навчальної роботи щороку. Відповідно дослідження [23] норма тижневого навантаження в годинах відносно деяких країн світу (рис. 7) теж в Україні має найвище значення. Зокрема, підкреслено, що у країнах зі слабше розвиненими системами вищої освіти навантаження викладачів значно вище на противагу діючим нормативам в європейських чи американських ЗВО. В Україні робочий час науково-педагогічних працівників становить 36 годин на тиждень відповідно до

статті 56 Закону України «Про вищу освіту», що значно вище від середніх європейських показників [23].

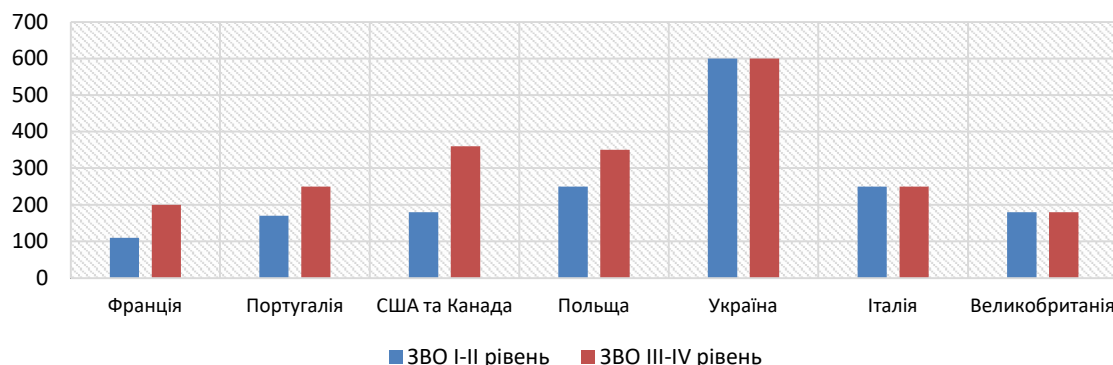


Рисунок 6 – Порівняння річного навчального навантаження НПП України та деяких країн світу, години (адаптовано з джерела [24])

Figure 6 – Comparison of the annual educational load of the lectures of Ukraine and some countries of the world, hours (adapted from the source [24])

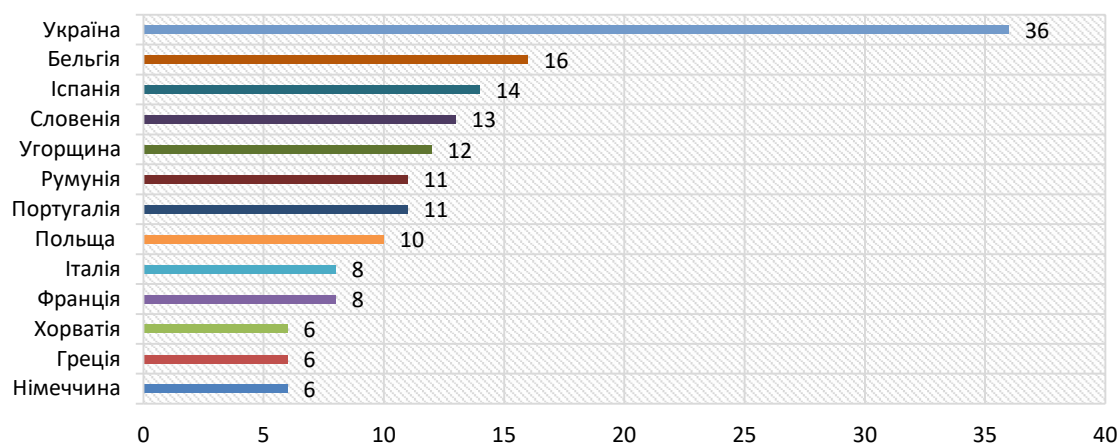


Рисунок 7 – Порівняння тижневого навантаження НПП України та деяких країн світу, години (адаптовано з джерела [23])

Figure 7 – Comparison of the lectures weekly load of Ukraine and some countries of the world, hours (adapted from the source [23])

У зв'язку з новими викликами, Національному транспортному університету слід розробити певні заходи для мінімізації ризиків погіршення якості освітньої діяльності. Зокрема, щодо наміру зменшити граничне аудиторне навантаження викладача з теперішніх 600 годин до 400-500 і запровадження обліку наукової роботи науково-педагогічних працівників ЗВО, при прийнятті законопроекту необхідна оперативна розробка внутрішніх нормативних документів стосовно навантаження НПП та внесення відповідних змін у існуючі документи університету, розробка зразка журналу обліку індивідуального плану роботи НПП та затвердження власних критеріїв до кожного виду навантаження (рис. 8).

2. *Перспектива присвоювання вченого звання рішенням ЗВО, а не Атестаційною колегією МОН та передача від МОН функції ліцензування освітньої діяльності й державного нагляду (контролю) за дотриманням вимог ліцензійних умов до Державної служби якості освіти [2].*



Рисунок 8 – Перспективні кроки університету у зв'язку зі зміною обліку навантаження викладача

Figure 8 – Prospective steps of the university in connection with the change in accounting of the teacher's workload

У разі запровадження присвоєння вченого звання рішенням ЗВО, а не Атестаційною колегією МОН, Національному транспортному університету необхідно буде реалізувати кроки, що пов'язані з розробкою внутрішніх нормативних документів стосовно присвоєння вчених звань; відповідними змінами у внутрішніх нормативно-правових документах університету; розробкою зразка документа про присвоєння вченого звання; затвердження власних критеріїв до кожного вченого звання (рис. 9).



Рисунок 9 – Перспективні кроки у зв'язку зі зміною механізму присвоєння вчених звань

Figure 9 – Prospective steps in connection with the change of awarding scientific titles

3. *Запровадження нового переліку галузей знань і спеціальностей.* Зокрема, на початку серпня МОН винесло на громадське обговорення проект постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти». Мета цього проекту — гармонізувати класифікацію галузей знань і спеціальностей, що застосовують в Україні із Міжнародною стандартною класифікацією освіти, яку використовують в ЄС та більшості країн світу для ведення державної статистики в освіті та науці [21, 22]. Проте, наголошено, що стандарти вищої освіти у разі прийняття нового переліку будуть змінюватися поступово [16].

При затвердженні нового Переліку галузей знань та спеціальностей, запровадженні моделі варіативного річного навантаження студента (від 30-80 кредитів в рік на денній формі), законодавче врегулювання коректного використання назв освітніх програм у дипломі про вищу освіту, запровадження міждисциплінарних програм на рівні бакалавра [2], університету буде необхідно: привести освітні програми та навчальні плани університету до цих змін у чинному законодавстві,

виконати зміни у відповідних нормативно-правових документах, виконати необхідні коригування в ЄДЕБО (рис. 10).

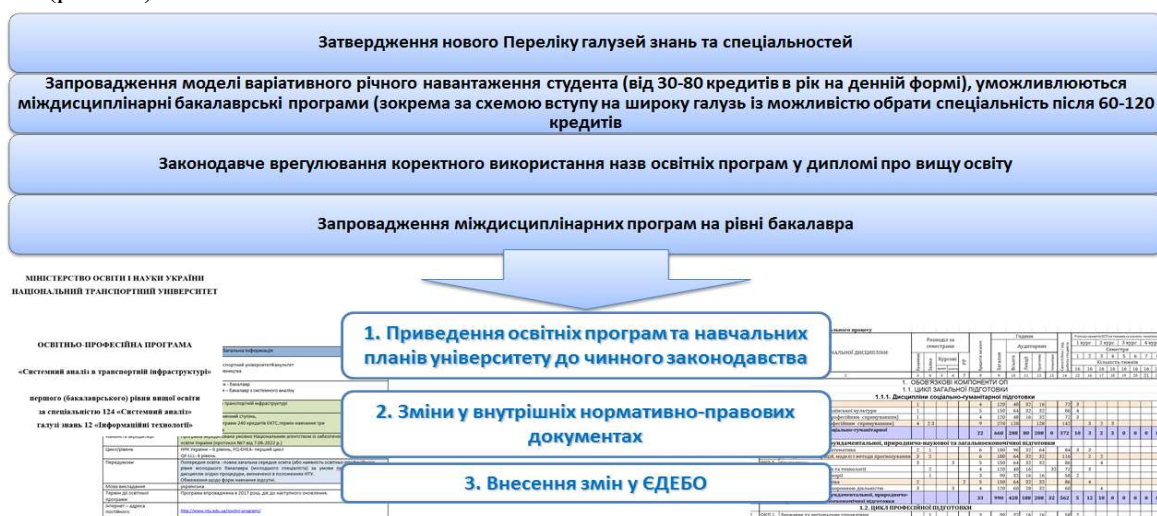


Рисунок 10 – Перспективні кроки університету у зв'язку зі запровадженням нового переліку галузей знань і спеціальностей

Figure 10 – Prospective steps of the university in connection with the introduction of a new list of fields of knowledge and specialties

4. Попередня підготовка до можливого введення дистанційної форми освіти замість заочної в Національному транспортному університеті має включати: 1. Розробку внутрішніх нормативних документів стосовно дистанційної освіти. 2. Зміни у внутрішніх нормативно-правових документах університету. 3. Внесення змін у ЄДЕБО (в частині конкурсних пропозицій). 4. Запровадження систематичного підвищення кваліфікації НПП в напрямку дистанційної освіти. 5. Запровадження внутрішньої сертифікації курсів на платформі дистанційної освіти Moodle (рис. 11).

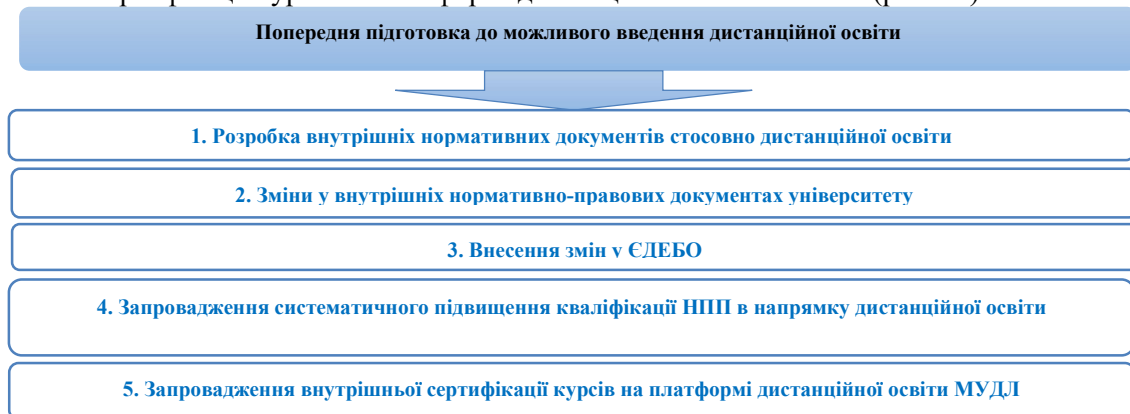


Рисунок 11 – Попередня підготовка до можливого введення дистанційної форми освіти

Figure 11 – Preliminary preparation for the possible introduction of a distance form of education

5. Запровадження системи грантів для здобуття вищої освіти (часткове покриття вартості навчання). Зауважено, що на сьогоднішній день в Україні біля 40 % студентів навчаються на бюджеті, 60 % — за контрактом [16]. Пропозицією реформ є розподіл державного замовлення на два концептуальних напрямки: 100 % державне фінансування навчання на тих спеціальностях, потребу в яких держава спроможна прогнозувати; грант для здобувачів вищої освіти, що бажають навчатися на тих спеціальностях, потребу в яких держава не може спрогнозувати. В останньому випадку державний

грант тільки частково покриватиме навчання і його розмір напряму залежатиме від успішності студента, а решту сплачуватимуть батьки або роботодавці [16].

Запровадження системи грантів для здобуття вищої освіти (часткове покриття вартості навчання) спонукатиме університет до вжиття наступних заходів: 1. Розробка внутрішніх нормативних документів стосовно грантової діяльності. 2. Зміни у внутрішніх нормативно-правових документах університету. 3. Робота, що пов'язана із залученням стейкхолдерів до грантової діяльності. 4. Розробка примірника угоди про надання гранту на навчання (рис. 12).

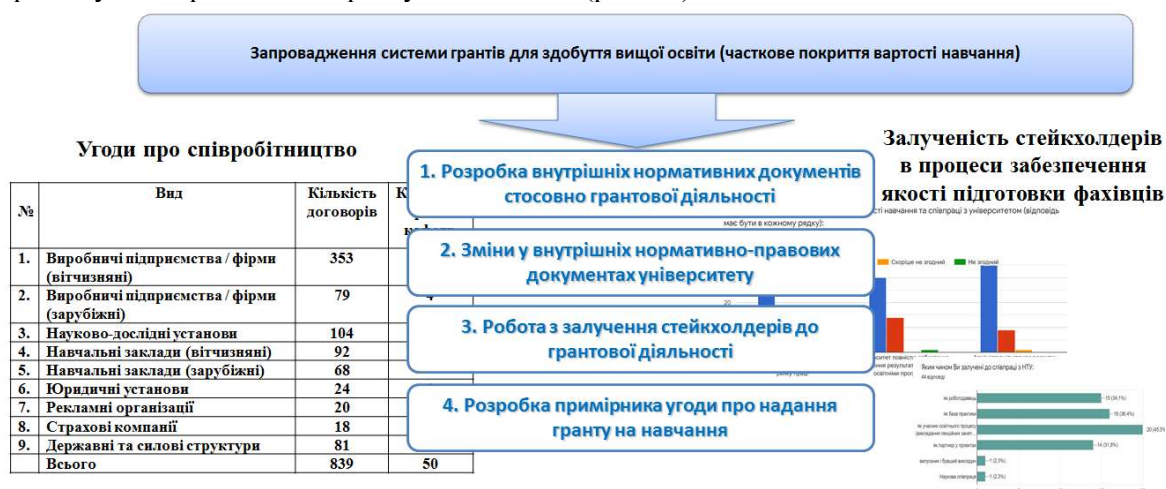


Рисунок 12 – Запровадження системи грантів для здобуття вищої освіти (часткове покриття вартості навчання): можливі кроки університету

Figure 12 – Implementation of a system of grants for obtaining higher education (partial coverage of tuition fees): possible steps of the university

Також було запропоновано: зміни до Закону України «Про наукову та науково-технічну діяльність (зокрема, пропонується підтримати на законодавчому рівні молодих вчених); законодавчо врегулювати визнання результатів навчання осіб, які проживають на тимчасово окупованій території; відновити формульне фінансування ЗВО з новими критеріями, укрупнення ЗВО тощо [2].

Слід зауважити, що реформування вищої освіти в умовах глобалізації та європейської інтеграції є неминучим. І університети повинні завчасно розробляти заходи задля оперативного реагування на виклики, які виникають в процесі трансформації вищої освіти. Саме це є запорукою стійкості ЗВО та збереження якості освітньої діяльності.

Висновки. У 2023 році робота з організації освітнього процесу в умовах воєнного стану в Національному транспортному університеті проводилась у відповідності до Законів України «Про освіту», «Про вищу освіту», «Про правовий режим воєнного стану», вимог документів МОН України щодо особливостей здійснення освітнього процесу в 2023/24 навчальному році та інших нормативних документів, що дозволило організувати освітній процес на належному рівні. Університетом було здійснено ряд організаційних кроків для забезпечення якості освітнього процесу в складних умовах. Виконано моніторинг результатів екзаменаційних сесій за 2020-2022 рр. в університеті. Зокрема, усереднені результати осінньої екзаменаційної сесії 2022-2023 н.р. в Національному транспортному університеті показують, що рівень якості становив 78,9%, успішність – 92,3%. Таким чином, здійснені організаційні кроки університету для забезпечення якості освітнього процесу в складних умовах у 2019-2023 н.р. можна вважати успішними.

Втім, попереду можливі виклики, що пов'язані з реформами вищої освіти. Зокрема, запровадження нового переліку галузей знань та спеціальностей; зменшення граничного аудиторного навантаження викладача з 600 до 400-500 годин; запровадження обліку наукової роботи науково-

педагогічних працівників; врегулювання питання присвоювання вченого звання рішенням університету; запровадження дистанційної форми здобуття освіти на заміну заочної форми; врегулювання питання визнання результатів навчання осіб, які проживають на тимчасово окупованій території; відновлення формульного фінансування університетів; запровадження системи грантів для здобуття вищої освіти (часткове покриття вартості навчання) та інші.

Для реалізації наступних кроків щодо підвищення якості освітньої діяльності в університеті, враховуючи потенційні зміни у зв'язку з реформуванням вищої освіти, у 2024-2025 навчальному році необхідно здійснити перегляд внутрішніх нормативних документів; розробити новий зразок журналу обліку індивідуального плану роботи науково-педагогічних працівників; здійснити перегляд освітніх програм та навчальних планів з метою їх перевірки на відповідність до чинного законодавства та стандартів вищої освіти; запровадити систематичне підвищення кваліфікації науково-педагогічних працівників в напрямку дистанційної освіти; здійснити заходи з розширення можливостей університетської платформи дистанційної освіти Moodle; виконати попередню роботу зі стейкхолдерами щодо грантової діяльності.

Перелік посилань

1. Кабмін пропонує реформувати систему вищої освіти в Україні для наближення її до стандартів ЄС URL: https://lb.ua/society/2023/10/23/580833_kabmin_proponuie_reformuvati_sistemu.html (01.11.2023)
2. Звіт «100 днів роботи». Заступник міністра освіти і науки Михайло Винницький. URL: <https://op.ua/ru/news/osvita-v-ukraini/zvit-z-roboti-vid-mihayla-vinnickogo> (28 серпня 2023)
3. Операційний план реалізації у 2022–2024 роках Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2022–2032 роки. (2022 р.) URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/news/2022/04/15/VO.plan.2022-2032/Operatsiynnyy.plan.SRVO-23.02.22.pdf> (дата звернення: 01.11.2023)
4. Про схвалення Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2022-2032 роки: Розпорядження, Кабінет Міністрів України від 23 лютого 2022 р. № 286-р, Київ <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/286-2022-%D1%80#Text>
5. Куруч, А. (2023). Вища освіта в Україні в контексті глобалізаційного розвитку. *Перспективи та інновації науки*, (15 (33)). [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2023-15\(33\)-262-269](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2023-15(33)-262-269)
6. Кононенко, О., Гудімова, А., & Курова, А. (2023). Сучасні тенденції та стратегії розвитку вищої освіти в Україні: аналіз реалізації. *Перспективи та інновації науки*, (9 (27)). [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2023-9\(27\)-232-244](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2023-9(27)-232-244)
7. Горденко, А. П. Реформи сфери освіти і науки в умовах євроінтеграції. *Ресурсно-орієнтоване навчання в «3D»: доступність, діалог, динаміка : збірник тез доповідей III Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції*. – Полтава : ПУЕТ, 2023. – С. 86-90.
8. Rega, I., Palyukh, A. ., Motsa, A. ., Pysarchuk, O. ., & Androshchuk, A. (2023). Improving the legislative and regulatory support of higher education institutions in Ukraine. *Lex Humana* (ISSN 2175-0947), 15(1), 574–588. URL: <https://seer.ucp.br/seer/index.php/LexHumana/article/view/2657>
9. Kornyska, L., Alforof, A., & Honcharuk, V. (2023). Some Aspects of Adapting the Educational Process of Ukrainian Higher Education to the Global Challenges of the XXI Century: A Forecast of the Future. *Futurity Education*, 3(2), 131–142. <https://doi.org/10.57125/FED.2023.06.25.08>
10. Polykarpivna Antoniuk, V. (2023). Perspective Chapter: The War as a Factor of Upheavals and Transformations in Higher Education – Experience of Ukraine. <https://doi.org/10.5772/intechopen.109688>
11. Oksana, M. (2023). European integration of higher education of Ukraine: legislative basis. In *The 17th International scientific and practical conference “System analysis and intelligent systems for management” (May 02–05, 2023) Ankara, Turkey. International Science Group. 2023. 482 p.* (p. 199).
12. Heta, A. V., Moroz, O. V., & Ostapov, A. V. (2023). Світові тренди та виклики системі вищої освіти. *Фізична культура в університетській освіті: світова практика та сучасні тренди: зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф. Дніпро : Дніпроп. держ. ун-т внутр. справ, 2023.*

13. Гонтар З.Г. Державне управління розвитком вищої освіти в Україні: європейський вимір. *Публічне управління та соціальна робота*, №1, 2023. URL: <https://journal.ldubgd.edu.ua/index.php/soc/article/view/2552>
14. Шимон А. В. Перспективи реформування вищої освіти в Україні: основні напрями. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/9930/1/57.pdf> (дата звернення: 24.11.2020).
15. Бодак В. (2022). Методологічна основа євроінтеграції як стратегії розвитку вищої освіти в Україні. *Людинознавчі студії: збірник наукових праць Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка*. Спецвипуск, 13–23, <https://doi.org/10.24919/2522-4700.spec.1>
16. Що чекає на вищу освіту у 2024 році: велике інтерв'ю з Михайлом Винницьким. <https://osvitoria.media/opinions/shho-chekaye-na-vyshhu-osvitu-v-2024-rotsi-velyke-interv-yu-z-myhajlom-vynnytskym/>
17. Дмитриченко М.Ф., Токін О.П., Харченко А.М. Роль контролю знань у забезпеченні якості освітнього процесу університету. *Науковий журнал «Автомобільні дороги і дорожнє будівництво»*, 2023. Випуск 114. Частина 1, С. 12-23. <https://doi.org/10.33744/0365-8171-2023-114.1-012-023>
18. Дмитриченко М.Ф., Токін О.П., Харченко А.М. Аналіз якості підготовки бакалаврів у 2021 році в Національному транспортному університеті за результатами звітів голів екзаменаційних комісій. *Вісник Національного транспортного університету. Серія «Економічні науки». Науковий журнал*. – К.: НТУ, 2022. – Вип. 2 (52), С. 126-136. <https://doi.org/10.33744/2308-6645-2022-2-52-126-136>
19. Дмитриченко М.Ф., Токін О.П., Харченко А.М. Розробка системних заходів з покращення якості освітнього процесу в Національному транспортному університеті. *Науковий журнал «Автомобільні дороги і дорожнє будівництво»*, 2022. Випуск 111. С. 241-251. <https://doi.org/10.33744/0365-8171-2022-111-241-251>
20. Прийнято в першому читанні за основу проект Закону України «Про внесення змін до деяких законів України щодо підтримки наукової роботи в закладах вищої освіти». URL: https://kno.rada.gov.ua/news/main_news/76260.html (дата звернення: 08 листопада 2023 р.)
21. Щодо нового переліку галузей знань і спеціальностей: новини МОН. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/shodo-novogo-pereliku-galujej-znan-i-specialnostej> (19 вересня 2023 року)
22. Проект нового переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої та фахової передвищої освіти. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/proyekt-novogo-pereliku-galujej-znan-i-specialnostej-za-yakimi-zdiysnyuetsya-pidgotovka-zdobuvachiv-vishoyi-ta-fahovoyi-peredvishoyi-osviti> (дата звернення: 08 серпня 2023 року)
23. «Залежність» викладачів від кількості студентів в Україні та світі (частина 2). URL: <https://progresylni.org/blogs/dependancep2> (дата звернення: 01.11.2023)
24. Єгор Стадний. Потрібна деєдалінізація вищої освіти. URL: https://lb.ua/blog/jegor_stadny/147479_potribna_destalinizatsiya_vishchoi.html (01.11.2023)

NEW DIRECTIONS IN THE EDUCATIONAL PROCESS ORGANIZATION OF THE UNIVERSITY IN CONDITIONS OF HIGHER EDUCATION GLOBALIZATION DEVELOPMENT IN UKRAINE

Oleksandr Gryshchuk, Ph.D., Professor, National Transport University, Professor of Truism Department, e-mail: gryshchuk@ntu.edu.ua, tel. (044)2802014, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelyanovich Pavlenko str. 1, of. 330, <https://orcid.org/0000-0003-2993-5566>

Vitalii Kharuta, Ph.D., Associate Professor, National Transport University, Professor of Transport Law and Logistics Department, e-mail: kharuta_vitaliy@ntu.edu.ua, tel (044) 280-46-67, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelyanovich Pavlenko str. 1, of. 328, <https://orcid.org/0000-0002-8897-7558>

Anna Kharchenko, Sc.D., Professor, National Transport University, Professor of Transport Construction and Property Management Department, e-mail: anna-x3@ukr.net, tel. +380442807909, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelyanovich Pavlenko str. 1, of. 323, <https://orcid.org/0000-0001-8166-6389>

Summary. The article is devoted to consideration of the issue of determining new directions in the organization of the educational process of the university in the conditions of the globalization of higher education in Ukraine. The processes of European integration and transformation of higher education in Ukraine are studied. The measures implemented by the National Transport University in crisis conditions related to the Covid-19 pandemic and martial law were analyzed. Possible challenges associated with further reform of higher education are identified. In particular, the introduction of a new list of fields of knowledge and specialties; reducing the maximum classroom load of the teacher; introduction of accounting of scientific work of scientific and pedagogical workers; settlement of the issue of awarding the title of scientist by decision of the university; introduction of the distance form of education to replace the correspondence form, etc. The main directions in the organization of the educational process have been developed for the implementation of the next steps to improve the quality of educational activities. In particular, this is the revision of internal normative documents; development of new samples of accounting documents regarding the work of scientific and pedagogical workers; revision of educational programs and curricula; introduction of systematic training of scientific and pedagogical workers in the direction of distance education; implementing measures to expand the capabilities of the Moodle university distance education platform; preliminary work with stakeholders regarding grant activities and others.

Keywords: globalization processes, higher education reform, European integration, quality of the educational process, strategic planning

References

1. Kabmin proponuje reformuvaty systemu vyshchoi osvity v Ukraini dlia nablyzhennia yii do standartiv YeS URL: https://lb.ua/society/2023/10/23/580833_kabmin_proponuie_reformuvati_sistemu.html (01.11.2023) [in Ukrainian]
2. Zvit «100 dniv roboty». Zastupnyk ministra osvity i nauky Mykhailo Vynnytskyi. URL: <https://op.ua/ru/news/osvita-v-ukraini/zvit-z-roboti-vid-mihayla-vinnickogo> (28 serpnia 2023) [in Ukrainian]
3. Operatsiynyi plan realizatsii u 2022–2024 rokakh Stratehii rozvytku vyshchoi osvity v Ukraini na 2022–2032 roky. (2022 r.) URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/news/2022/04/15/VO.plan.2022-2032/Operatsiynnyy.plan.SRVO-23.02.22.pdf> (data zvernennia: 01.11.2023) [in Ukrainian]
4. Pro skhvalennia Stratehii rozvytku vyshchoi osvity v Ukraini na 2022-2032 roky: Rozporiadzhennia, Kabinet Ministriv Ukrainy vid 23 liutoho 2022 r. № 286-r, Kyiv <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/286-2022-%D1%80#Text> [in Ukrainian]
5. Kuruch, A. (2023). Vyshcha osvita v Ukraini v konteksti hlobalizatsiinoho rozvytku. Perspektivy ta innovatsii nauky, (15 (33)). [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2023-15\(33\)-262-269](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2023-15(33)-262-269) [in Ukrainian]
6. Kononenko, O., Hudimova, A., & Kurova, A. (2023). Suchasni tendentsii ta stratehii rozvytku vyshchoi osvity v Ukraini: analiz realizatsii. Perspektivy ta innovatsii nauky, (9 (27)). [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2023-9\(27\)-232-244](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2023-9(27)-232-244) [in Ukrainian]
7. Hordenko, A. P. Reformy sfery osvity i nauky v umovakh yevrointehratsii. Resursno-oriientovane navchannia v «3D»: dostupnist, dialoh, dynamika : zbirnyk tez dopovidei III Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii. – Poltava : PUET, 2023. – S. 86-90. [in Ukrainian]
8. Rega, I., Palyukh, A., Motsa, A., Pysarchuk, O., & Androshchuk, A. (2023). Improving the legislative and regulatory support of higher education institutions in Ukraine. *Lex Humana* (ISSN 2175-0947), 15(1), 574–588. URL: <https://seer.ucp.br/seer/index.php/LexHumana/article/view/2657>
9. Kornytska, L., Alforof, A., & Honcharuk, V. (2023). Some Aspects of Adapting the Educational Process of Ukrainian Higher Education to the Global Challenges of the XXI Century: A Forecast of the Future. *Futurity Education*, 3(2), 131–142. <https://doi.org/10.57125/FED.2023.06.25.08>
10. Polykarpivna Antoniuk, V. (2023). Perspective Chapter: The War as a Factor of Upheavals and Transformations in Higher Education – Experience of Ukraine. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.109688>

11. Oksana, M. (2023). European integration of higher education of Ukraine: legislative basis. In *The 17th International scientific and practical conference "System analysis and intelligent systems for management" (May 02–05, 2023) Ankara, Turkey. International Science Group. 2023. 482 p.* (p. 199).
12. Heta, A. V., Moroz, O. V., & Ostapov, A. V. (2023). Svitovi trendy ta vyklyky systemi vyshchoi osvity. Fizychna kultura v universytetskii osviti: svitova praktyka ta suchasni trendy: zb. materialiv Mizhnar. nauk.-prakt. konf. (Dnipro, 13 kvitnia 2023 r.). Dnipro : Dniprop. derzh. un-t vnutr. sprav, 2023. [in Ukrainian]
13. Hontar Z.H. Derzhavne upravlinnia rozvytkom vyshchoi osvity v ukraini: yevropeiskyi vymir. Publichne upravlinnia ta sotsialna robota, №1, 2023. URL: <https://journal.ldubgd.edu.ua/index.php/soc/article/view/2552> [in Ukrainian]
14. Shymon A. V. Perspektyvy reformuvannya vyshchoi osvity v Ukraini: osnovni napriamy. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/9930/1/57.pdf> (data zvernennia: 24.11.2020). [in Ukrainian]
15. Bodak V. (2022). Metodolohichna osnova yevrointehratsii yak stratehii rozvytku vyshchoi osvity v Ukraini. Liudynoznavchi studii: zbirnyk naukovykh prats Drohobyt'skoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Ivana Franka. 13–23, <https://doi.org/10.24919/2522-4700.spec.1> [in Ukrainian]
16. Shcho chekaie na vyshchu osvit u 2024 rotsi: velyke interv'iu z Mykhailom Vynnytskym. <https://osvitoria.media/opinions/shho-chekeye-na-vyshhu-osvitu-v-2024-rotsi-velyke-interv-yu-z-myhajlom-vynnytskym/> [in Ukrainian]
17. Dmytrychenko M.F., Tokin O.P., Kharchenko A.M. Rol kontroliu znan u zabezpechenni yakosti osvitnoho protsesu universytetu. Naukovyi zhurnal «Avtomobilni dorohy i dorozhnie budivnytstvo», 2023. Vypusk 114. Chastyna 1, S. 12-23. <https://doi.org/10.33744/0365-8171-2023-114.1-012-023> [in Ukrainian]
18. Dmytrychenko M.F., Tokin O.P., Kharchenko A.M. Analiz yakosti pidhotovky bakalavriv u 2021 rotsi v Natsionalnomu transportnomu universyteti za rezultatsy zvitiv holiv ekzamenatsiinykh komisii. Visnyk Natsionalnoho transportnoho universytetu. Serii «Ekonomichni nauky». Naukovyi zhurnal. – K.: NTU, 2022. – Vyp. 2 (52), S. 126-136. <https://doi.org/10.33744/2308-6645-2022-2-52-126-136> [in Ukrainian]
19. Dmytrychenko M.F., Tokin O.P., Kharchenko A.M. Rozrobka systemnykh zakhodiv z pokrashchennia yakosti osvitnoho protsesu v Natsionalnomu transportnomu universyteti. Naukovyi zhurnal «Avtomobilni dorohy i dorozhnie budivnytstvo», 2022. Vypusk 111. S. 241-251. <https://doi.org/10.33744/0365-8171-2022-111-241-251> [in Ukrainian]
20. Pryiniato v pershomu chytanni za osnovu proekt Zakonu Ukrainy «Pro vnesennia zmin do deiakykh zakoniv Ukrainy shchodo pidtrymky naukovoï roboty v zakladakh vyshchoi osvity». URL: https://kno.rada.gov.ua/news/main_news/76260.html (data zvernennia: 08 lystopada 2023 r.) [in Ukrainian]
21. Shchodo novoho pereliku haluzei znan i spetsialnostei: novyny MON. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/shodo-novogo-pereliku-galujej-znan-i-specialnostej> (data zvernennia: 19 veresnia 2023 roku) [in Ukrainian]
22. Proiekt novoho pereliku haluzei znan i spetsialnostei, za yakymy zdiisniuietsia pidhotovka zdobuvachiv vyshchoi ta fakhovoi peredvyshchoi osvity. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/proyekt-novogo-pereliku-galujej-znan-i-specialnostej-za-yakimi-zdiisnyuyetsya-pidgotovka-zdobuvachiv-vishoyi-ta-fahovoyi-peredvishoyi-osviti> (data zvernennia: 08 serpnia 2023 roku) [in Ukrainian]
23. «Zalezhnist» vykladachiv vid kilkosti studentiv v Ukraini ta sviti (chastyna 2). URL: <https://progresylni.org/blogs/dependancep2> (data zvernennia: 01.11.2023) [in Ukrainian]
24. Yehor Stadnyi. Potribna destalinizatsiia vyshchoi osvity. URL: https://lb.ua/blog/jegor_stadny/147479_potribna_destalinizatsiya_vishchoi.html (data zvernennia: 01.11.2023) [in Ukrainian]

**ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРІБНОГО МОДУЛЯ ПРУЖНОСТІ НЕЖЕРСТКОГО ДОРОЖНЬОГО
ОДЯГУ
DETERMINATION OF THE DESIRED MODULUS OF ELASTICITY OF NON-RIGID ROAD
CLOTHING**



Гамеляк Ігор Павлович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри системного проєктування об'єктів транспортної інфраструктури, Київ, Україна, e-mail: gip65n@gmail.com., +380503524124, <https://orcid.org/0000-0001-9246-7561>



Дмитриченко Андрій Миколайович, кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, доцент кафедри транспортного права та логістики, e-mail: andrew_d@ukr.net, +380502816006, <https://orcid.org/0000-0001-6144-7533>



Райковський Віталій Францевич, кандидат технічних наук, завідувач сектору науково-технічного супроводу ДП "ДерждорНДІ" Київ, Україна, e-mail: vintikntu@ukr.net, тел. +380982846899, <https://orcid.org/0000-0002-6391-7647>

Анотація: У роботі розглянуто питання визначення потрібного модуля пружності нежорсткого дорожнього одягу при дії сучасних транспортних засобів в залежності від величини загальної маси, тиску в шинах кількості осей та впливу зближених осей транспортних засобів. В основі розрахунків лежить методика приведення автотранспортного засобу до нормативного навантаження на вісь розрахункової осі групи A_2 (115 кН) та A_3 (100 кН).

Ключові слова: загальний модуль пружності, потрібний модуль пружності, дорожній одяг, допустима маса, зближені осі, критерії розрахунку, нормативне навантаження на вісь транспортний засіб, тиск у шині, деформації.

Вступ. В останні десятиліття у зв'язку із збільшенням об'ємів перевезень, підвищенням вантажності головний вплив на строк служби дорожнього одягу спричиняють важкі та понаднормативні автотранспортні засоби. Це підтверджується як досвідом служби автомобільних доріг, так і прямими експериментами.

Дія автотранспортних засобів на дорожній одяг залежить від таких факторів [1 – 4 та ін.]:

- 1) величини навантаження на вісь чи колесо;
- 2) міжосьової відстані;
- 3) кількості коліс в осі і відстані між ними;
- 4) тиску повітря в шині та її типу;

- 5) типу підвіски;
- 6) швидкості руху;
- 7) конструкції дорожнього одягу, властивостей і стану шарів та ґрунту;
- 8) степені нерівності та шорсткості покриття;
- 9) кількості проїздів (інтенсивності руху) тощо.

Вплив цих факторів переплітається: динамічне навантаження, нормальне до поверхні покриття, зростає із збільшенням швидкості руху і степені нерівності, а дотичне навантаження може зростати при збільшенні шорсткості поверхні покриття тощо.

Існуючий підхід до оцінювання руйнівного впливу ТЗ на нежорсткий дорожній одяг полягає у тому, що до уваги приймається лише розрахунок у весняний період максимального послаблення конструкції дорожнього одягу, оскільки вважається, що саме в цей короткий період конструкцією накопичується до 80 % обсягу річних пошкоджень. Таке тлумачення не є безперечним. Інтенсивність накопичення пошкоджень залежить від багатьох факторів, основними з яких є капітальність конструкції дорожнього одягу, сезонні зміни фізико-механічних властивостей матеріалів шарів, параметри навантаження, а також кількість пошкоджень, які були накопичені конструкцією за попередній строк служби.

Матеріали та методи. Методологічною основою виступає науковий підхід до аналізу питань дослідження шляхом використання статистичного, формально-логічного, та комплексного методів дослідження. Джерелами дослідження є дані з пунктів автоматичного зважування транспортних засобів WIM та чинних нормативних документів

Метою роботи є удосконалення методики визначення потрібного модуля пружності нежорсткого дорожнього одягу.

Виклад основного матеріалу.

Розрахунок конструкції нежорсткого дорожнього одягу полягає у визначенні необхідної товщини шарів у варіантах конструкції дорожнього одягу, розроблених на етапі конструювання. Розрахунок конструкції нежорсткого дорожнього одягу виконується за несною здатністю, деформаціями та тріщиностійкістю: пружним прогином (загальним модулем пружності), зсувом в ґрунті і міцністю на розтяг при згині згідно з ГБН В.2.3-37641918-559 [5].

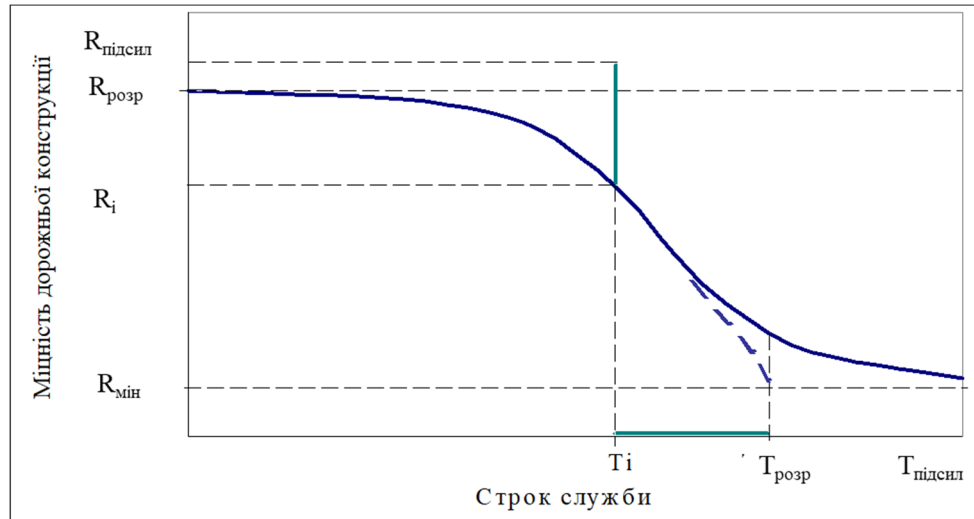


Рисунок 1 – Зменшення міцності дорожньої конструкції за строком служби
Figure 1 - Decrease in pavement strength over the service life

Розрахунок за критерієм несної здатності полягає в забезпеченні та збереженні міцності конструкції дорожнього одягу (рисунок 1), тобто її спроможності протистояти руйнуванню, а саме для шарів із зв'язних матеріалів (асфальтобетон, укріплені щебенево-піщані суміші, тощо) руйнуванням – утворення тріщин. Тому такі шари розраховуються на розтяг при згині ($R_{мін}$, $R_{розр}$, $R_{підсил}$) (рисунок 1). Для ґрунту земляного полотна руйнуванням є незворотний зсув, тому ґрунт розраховується на стійкість проти зсуву за найбільш небезпечною площиною.

Одним із завдань розрахунку конструкції дорожнього одягу є недопущення накопичування значних вертикальних переміщень покриття, які призводять до утворення поздовжніх та поперечних нерівностей (хвилі і колії). Тому пружний прогин характеризує накопичення залишкових переміщень і конструкцію дорожнього одягу розраховують за критерієм пружного прогину на поверхні покриття.

Таким чином, конструкцію нежорсткого дорожнього одягу розраховують за трьома критеріями граничного стану: на розтяг при згині асфальтобетонних шарів і шарів із укріплених щебеневих матеріалів, на зсув у ґрунті земляного полотна, на пружний прогин шару покриття. Розрахунок конструкції дорожнього одягу на міцність проводиться, виходячи з перспективної інтенсивності руху автомобілів для умов весняного розрахункового періоду. Допустимий граничний стан приймається таким, щоб конструкція дорожнього одягу могла працювати без пошкоджень з заданою надійністю протягом розрахункового строку служби.

Приведення інтенсивності транспортного потоку до розрахункового навантаження базується на теорії еквівалентності напружено-деформованого стану (дані – НДС) конструкції дорожнього одягу при дії розрахункового навантаження.

Кожному з критеріїв розрахунку дорожнього одягу на міцність відповідає гранично допустима кількість прикладання розрахункового навантаження протягом строку служби між капітальними ремонтами.

Критерій загального модуля пружності. Розрахунок міцності конструкції дорожнього одягу за критерієм загального модуля пружності проводиться для умов температури поверхні покриття $t_{пов}=+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ і весняного розмороження ґрунтів.

Приведена добова інтенсивність руху розрахункового навантаження (од./добу) для конструкції з загальним модулем пружності $E_{заг}$ визначається за формулою [6].

$$N_p^* = 10^{\frac{1}{a} \left(\frac{E_{заг}}{K_{міц}} - b_{(A,B)} \right)}, \quad (1)$$

де $K_{міц}$ – коефіцієнт міцності конструкції дорожнього одягу;

a і b – коефіцієнти ($a=70$ МПа; $b_{A2}=56$ МПа і $b_B=0$ МПа для навантажень груп A_2 і A_3 відповідно).

Конструкція дорожнього одягу відповідає вимогам надійності і міцності за критерієм пружного прогину, якщо виконується умова

$$K_{міц} \leq \frac{E_{заг}}{E_{пот}}, \quad (2)$$

$E_{заг}$ – загальний модуль пружності конструкції, МПа;

$E_{пот}$ – потрібний модуль пружності конструкції, визначається з урахуванням капітальності дорожнього одягу та інтенсивності дії навантаження, МПа (рис. 1).

$$E_{пот} = 42,843 \cdot \ln \left(\sum N_p \right) - b, \quad (3)$$

b – коефіцієнт, величина якого приймається залежно від групи навантаження відповідно до ДБН В.2.3-4; для групи A_2 $b = 315,68$; для групи A_3 $b = 350,21$; для групи B $b = 409,40$;

$$\sum N_p = 365 \cdot \sum_{i=1}^k \left(S_i \cdot N_i \cdot \left(\frac{(1+\beta)^T - 1}{\beta} \right) \right) \cdot f_{смуги}, \quad (4)$$

де k — приймають згідно з розрахунковою колісною схемою

β — відсоток приросту комерційних транспортних засобів, приймають за даними багаторічних спостережень.

На рис. 1 додатково враховано необхідність забезпечення мінімального потрібного модуля пружності із умови проїзду понаднормативних транспортних засобів низької інтенсивності руху

З урахуванням (2) та (3) сумарне граничне значення інтенсивності руху за строк служби за критерієм загального модуля пружності буде

$$\sum N = e^{\frac{1}{42,843} \left(\frac{E_{заг}}{K_{міц}} - b_{(A2,A3,B)} \right)}, \quad (5)$$

Розрахунок допустимих зсувних зусиль в ґрунті земляного полотна визначається за формулами.

$$\tau_{don} \geq K_{mic} \cdot \tau, \quad (6)$$

$$\tau_{don} = C_{ep} k_1 k_2 k_3, \quad (7)$$

де τ – активне напруження в ґрунті від дії короткочасного навантаження;

C_{ep} – коефіцієнт зчеплення у ґрунті;

k_1 – коефіцієнт, який враховує агресивну дію повторних короткочасних навантажень, $k_1=0,6$;

k_2 – коефіцієнт запасу, який враховує повторну дію навантажень і залежить від інтенсивності руху розрахункових автомобілів, може бути описаний залежністю

$$k_2 = 2,45 \cdot N_p^{-1/6}; \quad (8)$$

k_3 – коефіцієнт, який враховує умови роботи ґрунту.

Із залежностей (6 – 8) допустима приведена добова інтенсивність руху розрахункових навантажень (од./добу) для конструкції за критерієм зсуву τ розраховується за формулою [6].

$$N_{p\tau}^* = \left(2,45 \frac{k_1 k_3}{K_{mic}} \cdot \frac{C_{ep}}{\tau} \right)^6. \quad (9)$$

Тоді, з урахуванням (4) сумарне граничне значення інтенсивності руху за строк служби за критерієм зсуву в ґрунті буде

$$\Sigma N = 365 \cdot N_i \cdot \left[\frac{(1 + \beta)^{(T)} - 1}{\beta} \right] \left(2,45 \frac{k_1 k_3}{K_{mic}} \cdot \frac{C_{ep}}{\tau} \right)^6; \quad (10)$$

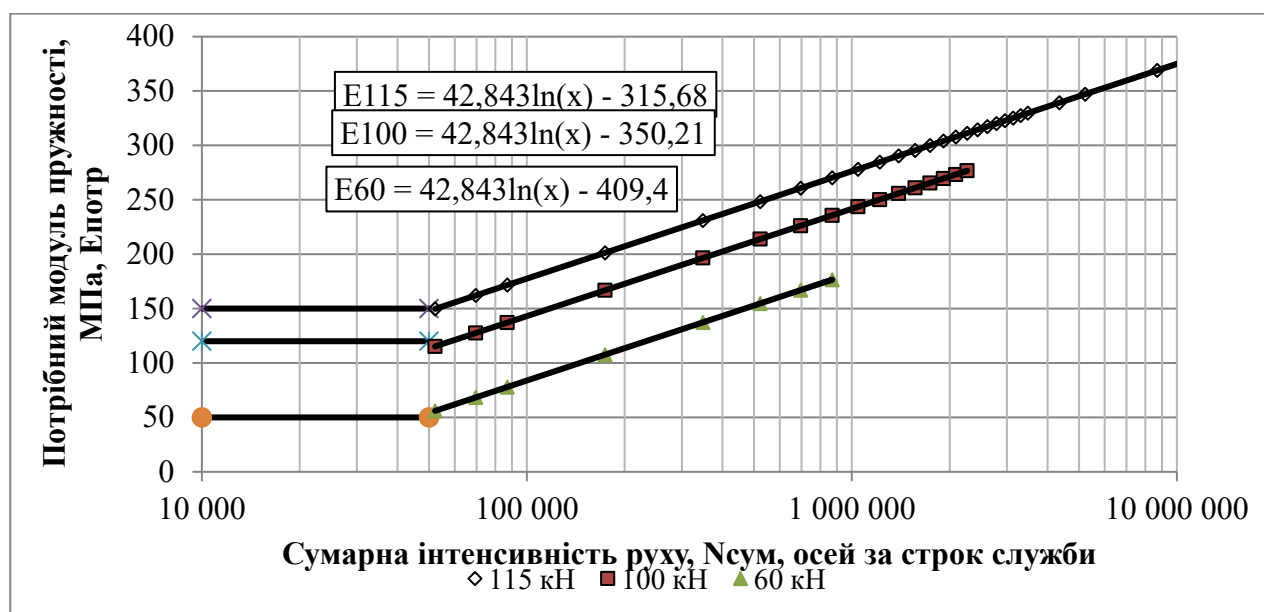


Рисунок 2 – Зміна потрібного модуля пружності в залежності від сумарної інтенсивності руху
Figure 2 – Change of the desired modulus of elasticity depending on the total intensity of movement

За умови допустимого розтягу при згині монолітних шарів нежорсткого дорожнього одягу можна встановити залежність для допустимої інтенсивності руху розрахункових навантажень (од./добу), виходячи з накопичення пошкоджень при втомі за формулою [6]:

$$N_{p.z}^* = \frac{k_B^n \cdot \beta_{non}}{365 \cdot T_{cl}} (1 - t_\alpha C_r)^n, \quad (11)$$

де k_B – коефіцієнт запасу міцності на втому (7)

$$k_B = \frac{R_{\Sigma}}{\sigma_{\Sigma}}, \quad (12)$$

σ_{Σ} – амплітудне напруження розтягу в шарі товщиною H_I ;

n – параметр, який характеризує опір матеріалу руйнуванню від втоми при циклічному навантаженні;

β_{non} – коефіцієнт поперечного приведення проїздів, розподілених по ширині за нормальним законом;

$$\beta_{non} = \pi k S_N \sqrt{n}, \quad (13)$$

$$k = \frac{2}{D\sqrt{\pi}} \arctg \left(\frac{D}{2H_1} \sqrt{\frac{6E_2(1-\nu_1^2)}{E_1(1-\nu_2^2)}} \right), \quad (14)$$

T_{cl} – строк служби, років;

t_{α} – коефіцієнт нормованого відхилення, який приймається залежно від проектного рівня надійності;

C_r – коефіцієнт варіації міцності;

S_N – середньоквадратичне відхилення положення центра відбитку колеса від його середнього положення, см;

k – параметр двошарової конструкції (згідно з М.Б. Корсунським);

D – діаметр круга, рівновеликого по площі відбитку колеса;

ν_1, ν_2 і E_1, E_2 – відповідно коефіцієнти поперечної деформації і модулі пружності матеріалів монолітного шару покриття та напівпростору.

Залежності (1), (5) і (6) дозволяють встановити допустиму приведену до розрахункового навантаження інтенсивність руху по кожному з розрахункових критеріїв міцності дорожнього одягу з заданим рівнем надійності.

Розрахунок НДС конструкції дорожнього одягу залежить від наступних параметрів:

- міцності та деформативних характеристик конструктивних шарів дорожнього одягу та робочого шару ґрунту земляного полотна, які в свою чергу залежать від зміни температури, вологості, а також степеню руйнування конструкції дорожнього одягу;

- швидкості руху ТЗ;

- параметрів впливу ТЗ (тиску повітря в шинах, площі контакту колеса з покриттям, діаметру відбитку колеса, навантаженню на колесо, міжосьової відстані).

Величина коефіцієнта приведення навантаження на вісь до еквівалентного розрахункового навантаження, змінюється залежно від:

- критерію граничного стану конструкції дорожнього одягу;

- сезону року;

- степеню руйнування конструкції дорожнього одягу.

За результатами експериментальних досліджень встановлено, що з підвищенням капітальності конструкції дорожнього одягу (тобто його жорсткості) взаємний вплив коліс на прогин покриття зростає.

У процесі циклічного навантаження ТЗ на дорожній одяг відбувається руйнування покриття, що проявляється в зменшенні загальної жорсткості конструкції. При цьому взаємний вплив суміжних коліс зменшується від зниження розподільчої здатності конструкції дорожнього одягу, а напруження та прогини зростають, відбувається поступове накопичення пошкоджень і зміна НДС конструкції.

Сумарний коефіцієнт приведення дії автотранспортного засобу до розрахункового навантаження на колесо з врахуванням всіх розглянутих факторів визначаються за формулою [7].

$$S_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m \left(\frac{Q_i^e}{Q_p} \right)^{4,4}. \quad (15)$$

Наприклад, з формули (14) слідує, що при інших рівних умовах підвищення середнього тиску коліс на покриття від $p_i=0,5$ МПа до $p_j=0,6$ МПа рівноцінно підвищенню навантаження у $f_j=(0,6/0,5)^{1/3}=1,06$ рази.

Вплив тиску повітря в шині та типу підвіски

Із збільшенням тиску повітря в шині зростає її тиск на контакті з покриттям, площа відбитку колеса зменшується, тобто навантаження на покриття стає більш концентрованим. Внаслідок цього зростає напруження в дорожньому одязі. Характерно, що в останні роки власники вантажних автомобілів за кордоном прагнуть підвищити тиск повітря в шинах автомобілів, оскільки при цьому зменшуються гістерезисні витрати при коченні колеса.

За даними С.К. Кларка (відділ прикладної механіки Мічиганського університету в США) [8], гістерезисні втрати досягають 90 % опору коченню пневматичних шин (останні 10 % припадають на аеродинамічний опір, втрати в трансмісії, втрати від неефективного режиму руху та витрати потужності на прискорення).

Вважають, що опір коченню лінійно залежить від величини, оберненої до тиску повітря в шині:

$$\frac{F_r}{F_{ro}} = \frac{F_z}{F_{zo}} \left[1 + C_p \left(\frac{p_o}{p} - 1 \right) \right], \quad (16)$$

де F_r, F_z - опір коченню та вертикальне навантаження на шину;

F_{ro}, F_{zo} - те ж для деякої шини, що приймається за еталонну;

p, p_o - тиск повітря в шині;

C_p - коефіцієнт, що визначається експериментально при деяких значеннях F_z і p для будь якої шини шляхом порівняння з опором коченню еталонної, після чого для других навантажень та внутрішніх тисків використовують формулу (12).

Для шини 8.75R - 16.5 при барабані діаметром 67 дюймів значення $C_p=0,325$.

Тому для оцінки зменшення опору коченню за рахунок підвищення тиску повітря в шині від p_o до p можна використовувати наближену формулу

$$\frac{F_r}{F_{ro}} = \frac{2}{3} + \frac{1}{3} \left(\frac{p_o}{p} \right). \quad (17)$$

Обстеження, проведене в шт. Техас [9], показало, що замість нормативного тиску $p_o=0,517$ МПа, який приймається при розрахунках дорожніх одягів, фактичний тиск повітря в шинах 85 % вантажних автомобілів складає не менше $p=0,862$ МПа. З формули (17) слідує, що при цьому

$$\frac{F_r}{F_{ro}} = \frac{2}{3} + \frac{1}{3} \left(\frac{0,517}{0,862} \right) = 0,866,$$

тобто при збільшенні тиску повітря в шині у 1,67 рази опір коченню зменшується на 13,4 %, або витрати пального - приблизно на 12 %.

Проте збільшення тиску несприятливо позначається на довговічності дорожнього одягу, хоча він по різному впливає на напружено-деформований стан різних шарів.

Розрахунки показують, що внаслідок розподіляючої дії дорожнього одягу при сильно відмінному тиску колеса на покриття (але постійному навантаженні) напруження в ґрунті мало відрізняється одне від одного. Так, для обчислення максимального активного напруження зсуву в ґрунті на поверхні земляного полотна може бути використана формула [7]:

$$\tau_n \approx 0,218 \frac{Q^{0,9} p^{0,1} (1 - \sin \varphi)}{H^{1,8} \left(\frac{E_{cp}}{E_{zp}} \right)^{0,5} \cos \varphi}, \quad (18)$$

де Q - вертикальне навантаження від колеса на покриття;
 p - середній тиск на покриття;
 E_{ep} - модуль пружності ґрунту земляного полотна;
 φ - кут внутрішнього тертя ґрунту.

З цієї формули слідує, що активне напруження зсуву в ґрунті τ_n залежить від навантаження на покриття майже лінійно (показник степеня в формулі (14) $\alpha=0,9$), а від тиску повітря в шинах зовсім слабо: із збільшенням тиску в 2 рази τ_n збільшується лише на 7 %.

Малий вплив зміни тиску (при постійному навантаженні) на напруження під дорожнім одягом відповідає відомому в будівельній механіці принципу Сен-Венана, згідно з яким напружений стан в точках, достатньо віддалених від місць прикладання навантаження, залежить не від характеру її розподілу по граничній площині, а від величини та напрямку рівнодіючого навантаження.

Але, мало впливаючи на напружений стан ґрунту земляного полотна, підвищення тиску повинно приводити до більш помітного збільшення напружень в дорожньому покритті.

Дійсно, вимірювання повздовжньої горизонтальної відносної деформації стиску при згині асфальтобетонного покриття товщиною 10 см (2 шари по 5 см) при навантаженні 4 кН і температурі 6°C дали для тиску повітря в шині $p=0,2$ МПа і 0,4 МПа при швидкості 20 км/год відносні деформації $-37 \cdot 10^{-6}$ і $-39 \cdot 10^{-6}$, тобто із збільшенням тиску вдвоє відносна деформація згину збільшилась на 5,4 %.

За даними Х. Зібеля та С. Ленкера, узагальненими Й. Айзенманном [10] при загальній товщині бітумінеральних шарів 22 см збільшення тиску від 0,6 до 0,7 МПа призводить до зменшення числа проїздів осей до капітального ремонту на 15 %; збільшення тиску від 0,7 до 0,9 МПа при постійному навантаженні Й. Айзенманн вважає рівноцінним збільшенню навантаження на 10 % при цьому строк служби зменшується в 1,5 рази.

Експериментально визначивши характер розподілу тиску в контакті нерухомого та рухомого колеса з поверхнею покриття [11], та, виконавши розрахунки на основі рішення теорії пружності для шарового напівпростору [12], співробітники університету в шт. Техас прийшли до висновку, що збільшення тиску повітря в шині від 0,517 МПа (нормативний тиск при розрахунках дорожніх одягів) до 0,862 МПа (фактичний тиск повітря в шинах 85 % вантажних автомобілів у шт. Техас) призводить до збільшення відносної деформації згину асфальтобетонного покриття товщиною 2,5 см на 20-30 %, а товщиною 10 см - на 10 %. Крім того, в роботі [13] відмічено, що загальноприйняте припущення про рівномірність розподілу нормального тиску по площі відбитку приводить до заниження відносної деформації покриття приблизно в 2 рази в порівнянні з його відносною деформацією при його фактично нерівномірному розподілі.

Вплив типу шин та тиску повітря в них взаємозв'язані. Зокрема, в останні роки набули поширення пневматична підвіска та радіальні шини. Радіальні шини мають менший тиск повітря, ніж діагональні, більший строк служби і меншу вертикальну жорсткість, що позитивно впливає на термін служби дорожнього покриття, але їх експлуатують при більш високих тисках повітря.

Вплив типу підвіски здвоєних та строєних осей на довговічність дорожніх покриттів вивчався у роботі [6]. Вирахувавши горизонтальне відносне видовження в покритті, на основі гіпотези Майнера про сумування пошкоджень від втоми оцінювали вплив динамічного навантаження на строк служби. Із п'яти типів підвіски найбільш несприятливою виявилась вільно-балкова, а найбільш сприятливими - торсіонна та чотирирична. Констатувалось, що найбільший вплив на амплітуду коливань динамічної частини навантаження спричинює власна частота коливань системи автомобіль-підвіска. Якщо модальні частоти, що викликаються нерівностями покриття, наближуються до власної частоти коливань підвіски, то динамічна частина навантаження, що передається колесом на дорожнє покриття, зростає.

Вплив числа коліс і відстані між ними

Вплив автомобіля на дорожній одяг залежить не лише від осьових навантажень, кількості осей і їх розміщення, але і від кількості коліс в осі. Так, при рівних навантаженнях на покриття вертикальні напруження на поверхнях основи і земляного полотна у випадку здвоєних шин, центри відбитків яких знаходяться на звичайній відстані 32-38 см один від одного, в середньому на 20-25% менші, ніж у випадку одиночної шини.

Так, за даними П. Зібеля і Й. Айзенманна, при відстані 350 мм між центрами відбитків застосування спарених шин замість одинарної зменшує вплив на асфальтобетонне покриття на 24 % або дозволяє підвищити число проїздів до руйнування приблизно у 2,6 рази. Якщо ж врахувати

нерівномірність тиску в шинах обох коліс і нерівності на поверхні покриття, особливо при проїзді на кривій, то замість коефіцієнта 0,76 можна прийняти 0,90, тобто вважати, що вісь зі спареними шинами на дорогу діє так само, як і вісь з одинарними шинами і осьовим навантаженням, зменшеним на 10%.

В інструкції ГБН В.2.3-37641918-559:2019 та Довіднику № 1 [14, 15] (формула (1.17)) прийнято згідно даних понижуючий коефіцієнт 0,85, що враховує зменшення розтягуючого напруження під колесом зі спареними балонами.

Цей ефект є ще більш суттєвим при великих навантаженнях і значних відстанях між здвоєними шинами, оскільки використання спарених балонів дозволяє розподілити колісне навантаження по поверхні покриття. Так, дані випробувань одиночних і спарених коліс великовантажних транспортних засобів показали, що при однаковому колісному навантаженні прогини поверхні покриття і вертикальні нормальні напруження на поверхні ґрунту під одиночним колесом в середньому відповідно у 1,6-1,7 і 1,4-1,5 рази більші, ніж під кожним із балонів спареного колеса. Це значить, що допустиме навантаження на вісь зі спареними колесами може бути підвищене на 40-50 % у порівнянні з допустимим навантаженням на вісь з одинарними колесами без погіршення умов роботи дорожнього одягу.

В цих експериментах колісне навантаження змінювали в межах від 25 до 125 кН, тиск повітря в шинах спеціально задавали однаковим і рівним 0,50 МПа. Разом з тим, у великовантажних транспортних засобів, що використовувались у ході випробувань, балони спарених коліс були розміщені відносно далеко одне від одного - на відстані $l=90$ см, при відносній відстані $l/D=2,5...4,0$, де D - діаметр кола, рівновеликого відтиску кожного з балонів. У транспортних засобів групи А типу ця відстань набагато менша $l/D=1,2...1,9$. Очевидно саме тому тиск на ґрунт від дії їх одиночних і спарених балонів (при однаковому навантаженні) практично однаковий, що відповідає принципу Сен-Венана.

Ефект спареності проявляється тим сильніше, чим менша товщина і жорсткість шарів дорожнього одягу.

Щоб врахувати сумісний вплив на напружений стан дорожнього одягу групи близько розміщених коліс, вплив цієї групи заміняють еквівалентним йому впливом одного одиночного колеса.

Для аеродромних покриттів, на які діє багатоколісна опора літака, використовують метод корпусу армійських інженерів США (метод ІКАО).

Великий вплив на еквівалентне колісне навантаження спричиняє вибір параметра еквівалентності: прогин покриття, розтягуюче напруження чи деформація покриття, вертикальні напруження і деформація стиску в ґрунті [7, 16 - 17].

Дію на дорожній одяг навантаження від i -го колеса, що рухається від багатоколісного транспортного засобу, слід визначати з урахуванням впливу на напружено-деформований стан дорожнього одягу як даного колеса з навантаженням Q_{oi} , так і інших близько розташованих коліс, і характеризувати еквівалентним колісним навантаженням Q_{oi}^E , яка визначається за формулою [7]:

$$Q_{oi}^E = k_D \cdot \left\{ \sum_{j=1}^M Q_j \cdot g(L_{ij}/D_{oi}) \cdot q(l_{ij}/D_{oi}) \right\}, \quad (19)$$

де, k_D - як і раніше, коефіцієнт динамічності;

Q_i, Q_j - статичні навантаження на i - те і j - те колесо групи;

M - загальна кількість коліс у групі;

D_{oj} - діаметр кола, рівновеликого відбитку рухомого j - того колеса з навантаженням на нього Q_j , що визначається за формулою (15);

L_{ij} - відстань між центрами відбитків i -го і j -го колеса поздовжньому напрямку (у напрямку руху);

l_{ij} - відстань між центрами відбитків i - го і j - го колеса поперечному напрямі;

$g_j(L_{ij}/D_{oi})$ - функція, що характеризує вплив j - того колеса на напружено - деформований стан дорожнього одягу під i - тим колесом в поздовжньому напрямі;

$q(l_{ij}/D_{oi})$ - функція, що характеризує вплив j - того колеса на напружено - деформований стан дорожнього одягу під i - тим колесом в поперечному напрямі: визначається за рис. 3 або формулою [7]:

$$q(l_{ij}/D_{oj}) = B_1 \cdot e^{-d_1 \times k_p \times (l_{ij}/D_{oj})^2} + B_2 \cdot e^{-d_2 \times k_p \times (l_{ij}/D_{oj})^2} \quad (19)$$

де, B_1, B_2, d_1 і d_2 - коефіцієнти, значення яких наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Значення коефіцієнтів для обчислення функції $q(x)$

Table 1 - Values of coefficients for calculating the function $q(x)$

Капітальність дорожнього одягу	Коефіцієнти			
	B_1	B_2	d_1	d_2
Капітальний, полегшений	0,40	0,60	0,065	0,44
Перехідний	0,33	0,67	0,080	0,53

При однакових навантаженнях Q на колесо в групі з M коліс формулу (19) зручно записати у простішому вигляді:

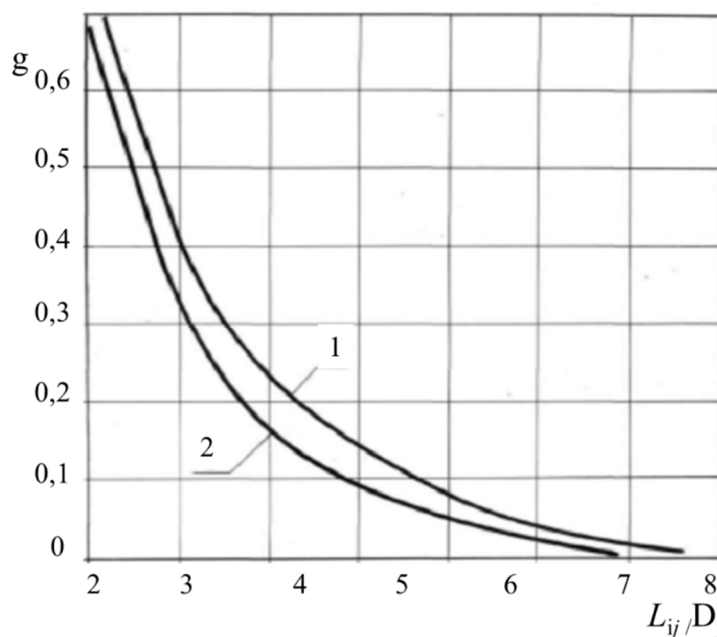
$$Q_{\partial i}^E = k_{\partial} \cdot Q \cdot c_g \cdot c_q \quad (21)$$

де g_c - сума, що характеризує, як і в формулі (2.22), вплив коліс групи в поздовжньому напрямку і визначається формулою (22);

q_c - сума, що характеризує вплив коліс групи в поперечному напрямку і визначається за формулою:

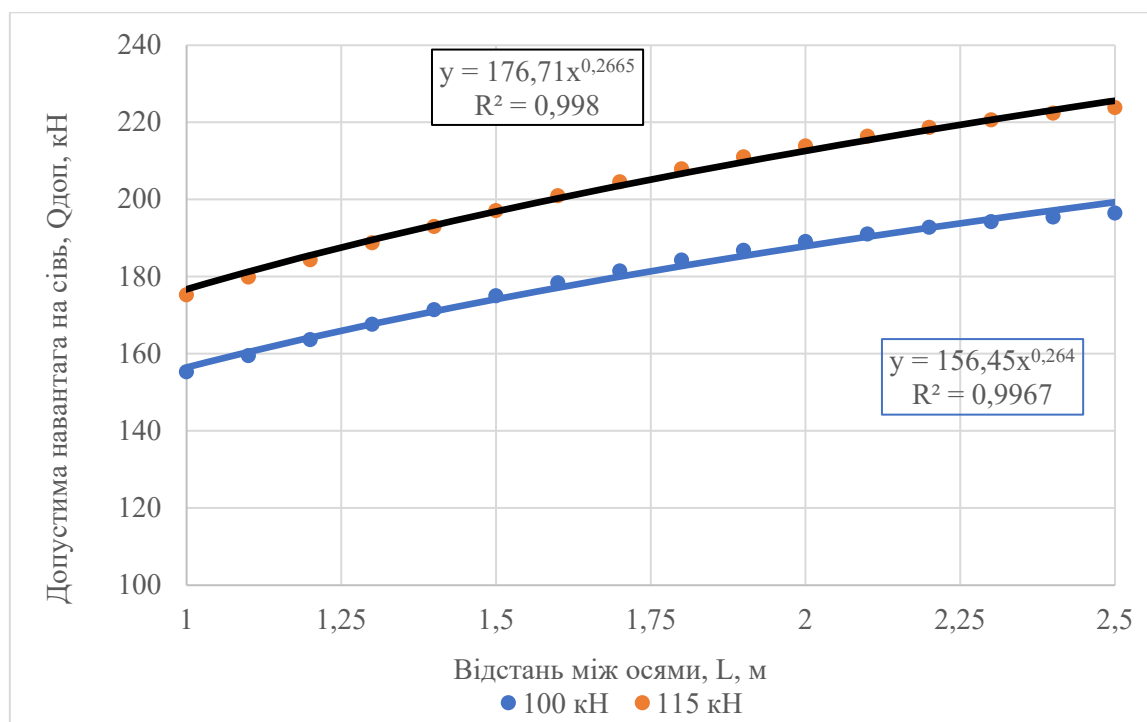
$$c_q = \dots + q \cdot \left(\frac{L_{i-1}}{D_{\partial}} \right) + 1 + q \cdot \left(\frac{L_{i+1}}{D_{\partial}} \right) + \dots \quad (22)$$

де, D_{∂} - діаметр відбитка колеса з навантаженням Q , який визначається за рис. 3.

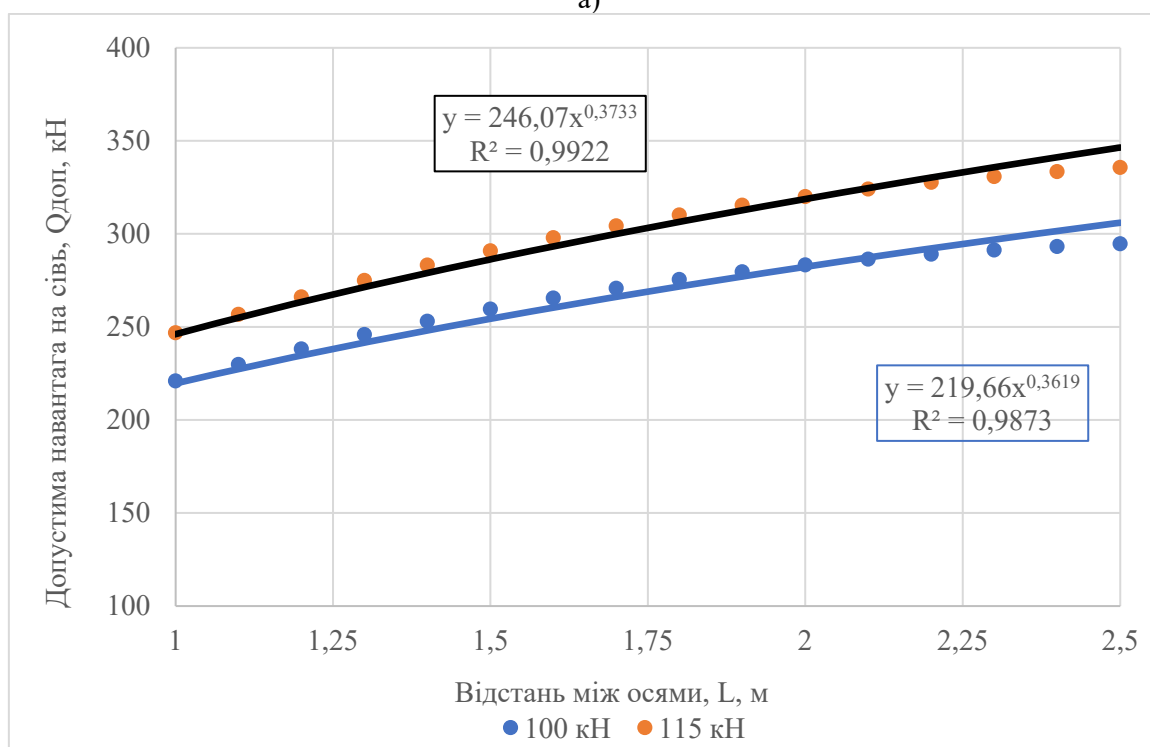


Крива 1 для дорожніх одягів капітального і полегшеного типу, крива 2 - для перехідного
Figure 1 for capital and lightweight pavements, curve 2 - for transitional pavements

Рисунок 3 – Функція, що характеризує вплив рухомого j -того колеса в поперечному напрямку на напружено-деформований стан дорожнього одягу під центром відбитка i -того колеса
Figure 3 - Function characterizing the effect of the moving j -th wheel in the transverse direction on the stress-strain state of the pavement under the center of the i -th wheel print



а)



б)

Рисунок 4 – Залежність допустимої навантаги на а) здвоюну та б) строєну вісь в залежності від відстані між осями

Figure 4 - Dependence of the permissible load on a) twin and b) axle depending on the distance between the axles

Таблиця 3 – Допустимі навантаги на зближені осі

Table 3 - Permissible loads on converged axles

Відстань між осями, м	Вісь здвоєна		Вісь строєна	
	100 кН	115 кН	100 кН	115 кН
L				
1	155,3	175,3	220,9	246,8
1,1	159,5	179,8	229,8	256,7
1,2	163,6	184,3	238,1	266,1
1,3	167,6	188,7	245,9	275,0
1,4	171,4	193,0	253,0	283,2
1,5	175,0	197,1	259,6	290,9
1,6	178,4	200,9	265,5	297,9
1,7	181,5	204,6	270,8	304,3
1,8	184,3	207,9	275,5	310,1
1,9	186,8	211,0	279,6	315,4
2	189,1	213,9	283,3	320,0

За формулами (19) – (22) виконано розрахунок допустимої навантаги на здвоєну та строєну осі ТЗ в залежності від відстані між осями (рис. 4, таблиця 3).

Уточнення методики визначення потрібного модуля пружності конструкції нежорсткого дорожнього одягу для автомобільних доріг

За даними випробувань $E_{заг}$ визначається за формулою

$$E_{заг} = \frac{p \cdot D \cdot (1 - \mu^2)}{w}, \quad (23)$$

p – тиск в шинах, МПа;

D – діаметр відбитку, см;

μ – коефіцієнт Пуассона;

w – прогин, мм.

Незалежно від способу приведення до 100 кН, 115 кН конструкції ДО повинні бути рівно міцні тобто

$$E_{заг1} = E_{заг2} \text{ або } \frac{p_1 \cdot D_1 \cdot (1 - \mu^2)}{w_1} = \frac{p_2 \cdot D_2 \cdot (1 - \mu^2)}{w_2} \quad (24)$$

Відповідно для навантаг 100 кН та 115 кН $E_{пот}$ визначається за формулою

$$E_{nom}^{100} = 42,843 \cdot \ln \left(\sum N_{p-100} \right) - b_{100}, \quad (25 \text{ а})$$

$$E_{nom}^{115} = 42,843 \cdot \ln \left(\sum N_{p-115} \right) - b_{115}, \quad (25 \text{ б})$$

З урахуванням (3-4) приведена інтенсивність для 100 кН, 115 кН будуть мати вигляд

$$\sum N_{R-100} = 365 \cdot \sum_{i=1}^k \left(\sum_{i=1}^k \left(\frac{Q_{факт}}{100кН} \right)^{4,4} \cdot N_i \cdot \left(\frac{(1 + \beta)^T - 1}{\beta} \right) \right) \cdot f_{смуги} \quad (26 \text{ а})$$

$$\sum N_{R-115} = 365 \cdot \sum_{i=1}^k \left(\frac{Q_{факт}}{115кН} \right)^{4,4} \cdot N_i \cdot \left(\frac{(1+\beta)^T - 1}{\beta} \right) \cdot f_{смуги} \quad (26 б)$$

Враховуючи, що $S_{100} = \sum_{i=1}^k \left(\frac{Q_{факт}}{100кН} \right)^{4,4}$ та $S_{115} = \sum_{i=1}^k \left(\frac{Q_{факт}}{115кН} \right)^{4,4}$ отримаємо

співвідношення

$$\frac{S_{115}}{S_{100}} = \left(\frac{115кН}{100кН} \right)^{4,4} = 1,85, \quad (27)$$

Підставивши (25) в (26б) отримується

$$\begin{aligned} E_{ном}^{115} &= 42,843 \cdot \ln \left(\left(\frac{S_{115}}{S_{100}} \right) \cdot \sum N_{p-100} \right) - b_{100} = 42,843 \cdot \ln (1,85 \cdot \sum N_{p-100}) - b_{100} = \\ &= 42,843 \cdot \left(0,615 + \ln \left(\sum N_{p-100} \right) \right) - b_{100} = 42,843 \cdot \ln \left(\sum N_{p-100} \right) + 26,348 - b_{100} = \\ &= 42,843 \cdot \ln \left(\sum N_{p-100} \right) - 323,862, \end{aligned} \quad (28)$$

За даними аналізу встановлено що $E_{номр}^{115}$ визначене за формулою (28) відрізняється від прийнятого в ГБН В.2.3-37641918-559 значення, $b_{115}=315,68$ на $323,862/315,68=1,026$ рази, або менше 3%.

За наведеними формулами (22 - 27) можна отримати значення потрібного модуля пружності для довільного значення навантаги. Але з позицій інваріантності більш доцільним є приведення потоку ТЗ до розрахункової осі 100 кН для розрахунку конструкції нежорсткого дорожнього одягу.

В подальшому, при урахуванні сезонності необхідно для знаходження відносного руйнуючого впливу навантаги в різні періоди року використовувати правило лінійного сумування пошкоджень Пангрема – Майнера, яке визначається за формулою

$$d = \sum_{i=1}^n \frac{n_{i*}}{N_{i*}} = 1, \quad (29)$$

де n_{i*} — кількість проїздів фактичних осей;

N_{i*} — допустима кількість проїзду розрахункових осей.

Висновки

Питання про призначення допустимого навантаження на зближені осі та про методику проектування дорожнього одягу на дію таких осей тісно пов'язані між собою. Вони зазвичай вирішуються шляхом визначення еквівалентної колісної чи осьової навантаження.

Методику визначення еквівалентного колісного та осьового навантаження відрізняються вибором механічного критерію еквівалентності (вертикальне напруження, прогини, горизонтальне напруження або деформація). Недоліком багатьох запропонованих методик є аналіз еквівалентного навантаження для нерухомого, а не для транспортного засобу, що рухається. При визначенні еквівалентного осьового навантаження різні методики дають різні значення навантаження, і не завжди ці значення логічно виправдані.

За даними аналізу встановлено що (28) від прийнятого в ГБН В.2.3-37641918-559 значення, $b_{115}=315,68$ на $323,862/315,68=1,026$ рази, або менше 3%.

За наведеними формулами (23 - 28) можна отримати значення потрібного модуля пружності для довільного значення навантаги. Але з позицій інваріантності більш доцільним є приведення потоку ТЗ до розрахункової осі 100 кН для розрахунку конструкції нежорсткого дорожнього одягу.

В подальшому, при урахуванні сезонності необхідно для знаходження відносного руйнуючого впливу навантаги в різні періоди року використовувати правило лінійного сумування пошкоджень Пангрема – Майнера.

Сезонне обмеження допустимих навантажень у різних країнах визнано економічно виправданим та стало регулярною практикою, особливо для доріг місцевого значення тому даний підхід необхідно розвивати та врахувати при розрахунку конструкцій дорожнього одягу.

Перелік посилань

1. Hudson W.R., Flanagan P.R. An examination of environmental versus load effects on pavements. // Transp. Res. Rec. 1987. № 1121, 34-39.
2. Oelking J., Roberts F. Tire contact pressure and its effect on pavement strain. / Journ. Transp. Eng., 1987, 1, p. 56-71.
3. Monismith C.L. Pavement design: the fatigue subsystem. Highway Research Board Special Report, 1973, № 140, p. 1-19.
4. Kim O., Bell C.A., Wilson J.E. Effect of Increased Truck Tire Pressure on Asphalt Concrete Pavement // J. Transp. Eng. 1989. 115, № 4. С. 329-350.
5. ГБН В.2.3-37641918-559:2019 Автомобільні дороги. Дорожній одяг нежорсткий. Проектування.
6. Гамеляк І.П. Основи забезпечення надійності конструкцій дорожнього одягу: дис....доктора техн. наук / І.П. Гамеляк. К: Національний транспортний університет, 2005. – 525 с.
7. Радовский Б.С. и др. Проектирование дорожных одежд для движения большегрузных автомобилей. А.С. Супрун, И.И. Козаков. К.: Будивэльник, 1989. 168 с.
8. Clarck S.K. Mechanics of rubber, designing and testing of rubber goods. International Rubber Conference. 10-14.10.1978.
9. Bonaquist R., Churilla C., Freund D. Effect of load, tire pressure, and tire type on flexible pavement response // Public Road. 1988. 52, № 1. С. 1-7.
10. Eisenmann J. Bewertung Der Strassenbeanspruchung. Strasse und Autobahn, 1979, № 3, 107-114.
11. Bonaquist R., Churilla C., Freund D. Effect of load, tire pressure, and tire type on flexible pavement response // Public Road. 1988. 52, № 1. С. 1-7.
12. Marshek K., Chen H.H., Connell B., Hudson R. Experimental determination of pressure distribution of truck tire-pavement contact. Transp. Res. Rec., 1986, № 1070, 9-14.
13. Chen H.H., Marshek K.M., Saraf C.L. Effects of truck tire contact pressure distribution on the design of flexible pavements: a three-dimentional finite element approach. Transp. Res. Rec., 1986, № 1095, 72-78.
14. Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо реформування системи управління автомобільними дорогами загального користування» від 20.12.2011 р. № 4203-VI.
15. Довідник № 1 розрахункових характеристик ґрунтів, матеріалів покриття і основи дорожнього одягу та навантажень від транспортних засобів. 2018.
16. Huang Y.H. Computation of equivalent single-wheel loads using layered theory. - Highway Research Record, 1969, № 291, p. 144-155.
17. Gerrard C.M., Harrison W.J. A theoretical comparison of the effects of dual-tandem and dual-wheel assemblies on pavements. Proc. 5th Conference of the Australian Road Research Board, vol. 5, Part 4, Paper 645, 1970, p. 112-137.
18. The AASHO Road Test. Report 5. Pavements research. Spec. Report 61 E, Publ. 954. - Washington, 1962. - 351 p.

DETERMINATION OF THE REQUIRED MODULUS OF ELASTICITY OF RIGID PAVEMENT

Gameliak Igor P., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Head of the Department of System Design of Transport Infrastructure Objects, Kyiv, Ukraine, e-mail: gip65n@gmail.com., +380503524124, <https://orcid.org/0000-0001-9246-7561>

Dmytrychenko Andij M., Candidate of Engineering Sciences, associate professor of department transport law and logistic, National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: andrew_d@ukr.net, +380502816006, <https://orcid.org/0000-0001-6144-7533>.

Vitalii Raikovskiy F., PhD in Technical Sciences, Head of Scientific and Technical Support Sector, "DerzhdorNDI" SE, Kyiv, Ukraine, e-mail: vintikntu@ukr.net, tel. +380982846899, <https://orcid.org/0000-0002-6391-7647>

Summary. The paper considers the issue of determining the required modulus of elasticity from modern vehicles on non-rigid pavement depending on the value of the total mass, tire pressure, number of axles, and the influence of the vehicles' converging axles. The calculations are based on the methodology for bringing a vehicle to the standard load on the axle of the design axis of groups A2 (115 kN) and A3 (100 kN).

Keywords: permissible weight, converged axles, calculation criteria, standard load on the vehicle axle, tire pressure, deformation.

References

1. Hudson W.R., Flanagan P.R. An examination of environmental versus load effects on pavements. // Transp. Res. Rec. 1987. № 1121, 34-39.
2. Oelking J., Roberts F. Tire contact pressure and its effect on pavement strain. / Journ. Transp. Eng., 1987, 1, p. 56-71.
3. Monismith C.L. Pavement design: the fatigue subsystem. - Highway Research Board Special Report, 1973, № 140, p. 1-19.
4. Kim O., Bell C.A., Wilson J.E. Effect of Increased Truck Tire Pressure on Asphalt Concrete Pavement // J. Transp. Eng. 1989. 115, № 4. C. 329-350.
5. HBN V.2.3-37641918-559:2019 Avtomobilni dorohy. Dorozhnii odiah nezhorstkyi. Proektuvannia
6. Radovskiy B.S. y dr. "Proektyrovanye dorozhnykh odezhd dlia dvyzheniya bolshehruzhnykh avtomobylei" A.S. Suprun, Y.Y. Kozakov. K.: Budyvlnyk, 1989. 168 s.
7. Gameliak I.P. Osnovy zabezpechennia nadiinosti konstruksii dorozhnoho odiahu: dys....doktora tekhn. nauk / I.P. Gameliak. K: Natsionalnyi transportnyi universytet, 2005. 525 s.
8. Clark S.K. Mechanics of rubber, designing and testing of rubber goods.- International Rubber Conference. 10-14.10.1978.
9. Bonaquist R., Churilla C., Freund D. Effect of load, tire pressure, and tire type on flexible pavement response // Public Road. 1988. 52, № 1. - C. 1-7.
10. Eisenmann J. Bewertung Der Strassenbeanspruchung.- Strasse und Autobahn, 1979, № 3, 107-114.
11. Bonaquist R., Churilla C., Freund D. Effect of load, tire pressure, and tire type on flexible pavement response // Public Road. 1988. 52, № 1. C. 1-7.
12. Marshak K., Chen H.H., Connell B., Hudson R. Experimental determination of pressure distribution of truck tire-pavement contact.- Transp. Res. Rec., 1986, № 1070, 9-14.
13. Chen H.H., Marshak K.M., Saraf C.L. Effects of truck tire contact pressure distribution on the design of flexible pavements: a three-dimensional finite element approach. Transp. Res. Rec., 1986, № 1095, 72-78.
14. Zakon Ukrainy «Pro vnesennia zmin do deiakykh zakoniv Ukrainy shchodo reformuvannia systemy upravlinnia avtomobilnymy dorohamy zahalnoho korystuvannia» vid 20.12.2011 r. № 4203-VI
15. Dovidnyk № 1 rozrakhunkovykh kharakterystyk gruntiv, materialiv pokryttia i osnovy dorozhnoho odiahu ta navantazhen vid transportnykh zasobiv.
16. Huang Y.H. Computation of equivalent single-wheel loads using layered theory. - Highway Research Record, 1969, № 291, p. 144-155.
17. Gerrard C.M., Harrison W.J. A theoretical comparison of the effects of dual-tandem and dual-wheel assemblies on pavements. Proc. 5th Conference of the Australian Road Research Board, vol. 5, Part 4, Paper 645, 1970, p. 112-137.
18. The AASHO Road Test. Report 5. Pavements research. Spec. Report 61 E, Publ. 954. Washington, 1962. 351 p.

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ПРИВЕДЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ РУХУ ДЛЯ
ПРОЄКТУВАННЯ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ

IMPROVEMENT OF THE METHOD OF REDUCING THE INTENSITY OF TRAFFIC FOR THE
DESIGN OF ROAD CLOTHING



Гамеляк Ігор Павлович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри системного проєктування об'єктів транспортної інфраструктури та геодезії, Київ, Україна, e-mail: gip65n@gmail.com., +380503524124, <https://orcid.org/0000-0001-9246-7561>



Райковський Віталій Францевич, кандидат технічних наук, завідувач сектору науково-технічного супроводу ДП "ДерждорНДІ" Київ, Україна, e-mail: vintikntu@ukr.net, тел. +380982846899, <https://orcid.org/0000-0002-6391-7647>

Анотація: В роботі розглянуто питання визначення руйнівного впливу сучасних транспортних засобів на дорожній одяг в залежності від величини загальної маси автотранспортного засобу. В основі розрахунків лежить методика приведення автотранспортного засобу до нормативного навантаження на вісь розрахункової осі групи A_2 (115 кН) та A_3 (100 кН).

Ключові слова: інтенсивність дорожнього руху, транспортний засіб, нормативне навантаження на вісь, допустима маса, сумарний коефіцієнт приведення до розрахункового автомобіля.

Вступ. На сьогодні існує потреба в приведенні чинних нормативних документів, що стосуються вимог до габаритно-вагових параметрів для вантажних автомобілів, параметрів фактичної маси та навантаження на вісь автомобіля, у відповідність вимогам Директиви Ради 96/53/ЄС від 25.07.1996р. «Про встановлення для певних наземних транспортних засобів, що рухаються в межах Співтовариства, максимально дозволених розмірів під час національних і міжнародних перевезень і максимально дозволеної ваги під час міжнародних перевезень», які забезпечують можливість застосування диференційованих норм до граничного навантаження на вісь в залежності до типу транспортного засобу. Чинні нормативні акти унеможливають застосування такого підходу. Тому існує необхідність у дослідженнях напружено-деформованого стану дорожньої конструкції під впливом транспортного навантаження; розробленні пропозицій щодо визначення потрібного модуля пружності та граничного навантаження на дорожній одяг при русі великовагових транспортних засобів автомобільними дорогами загального користування державного та місцевого значення.

Матеріали та методи. Методологічною основою виступає науковий підхід до аналізу питань дослідження шляхом використання статистичного, формально-логічного, та комплексного методів дослідження. Джерелами дослідження є дані з пунктів автоматичного зважування транспортних засобів WIM та правил дорожнього руху пункт 22.5.

Метою роботи є удосконалення методики розрахунку нежорсткого/жорсткого дорожнього одягу з урахуванням руху вантажних транспортних засобів з підвищеним навантаженням на вісь в частині удосконалення методики приведення до сумарної інтенсивності руху стандартних осей.

Виклад основного матеріалу.

Згідно ДБН В.2.3-4:2015 конструкції дорожніх одягів необхідно розраховувати під навантаження на вісь 115 кН та 100 кН для доріг IV –V категорія та вулиць населених пунктів.

Дорожній одяг проектується з урахуванням надійності – ймовірності безвідмовної роботи протягом встановленого терміну експлуатації до капітального ремонту. Розрахунковий рівень надійності нежорстких дорожніх одягів при перспективному періоді не менше 15 років і для жорстких – не менше 25 років, приймається рівним 0,97 для Іа категорії та 0,95 – для І б і ІІ категорій.

Щоб оцінити руйнівний вплив транспортних засобів на дорожній одяг в залежності від величини загальної маси автотранспортного засобу необхідно знати навантаження на вісь, тиск в колесі і його площу відбитку на поверхні покриття, відстані між відбитками в плані.

В основі розрахунків лежить відома методика приведення автотранспортного засобу до нормативного автомобіля групи А, наведена у ГБН В.2.3-37641918-559:2019, яке ввійшло в Довідник № 1 [1-3].

Для обґрунтування допустимої величини загальної маси розглянуто дані фактичних замірів транспортних засобів з пунктів автоматичного зважування в русі WIM, усі транспортні засоби були приведені до розрахункового автомобіля групи А₂ (115 кН) та А₃ (100 кН).

В результаті отримано, що сумарний коефіцієнт приведення до розрахункового автомобіля при відомій схемі транспортного засобу та загальній масі можна визначати за формулою[4]:

$$S_k = a_0 + a_1 \cdot Q^b \quad (1)$$

Необхідно відмітити, що підхід, прийнятий в нормативній літературі, можна використати лише для стандартних транспортних засобів, так як в більшості випадків коефіцієнт приведення S_k до нормативних транспортних засобів при номінальному завантаженні не перевищує 2-3, у виняткових випадках – до 5. У табл. 1 та на рис. 1 показано фактичні коефіцієнти приведення автомобілів і автопоїздів та теоретичні криві, які їм відповідають.

Таблиця 1 – Коефіцієнти регресійних залежностей для розрахунку коефіцієнту приведення автопоїзда в залежності від його загальної маси

Table 1 - Coefficients of regression dependencies for calculating the coefficient of train drive depending on its total weight

Схема ТЗ		1 1	1 2	1 1+1	1 1+2	1 1+3	1 2+1	1 2+2	1 2+3
Коефіцієнти	a_0	0,002147	-0,010921	0,052741	0,0144385	-0,001086	0,026102	0,0208386	-0,02249606
	a_1	1,682E-07	8,413E-07	2,231E-08	3,014E-10	8,8E-09	1,025E-07	3,2183E-12	1,78184E-08
	b	5,855	4,943	6	6,71	5,5	5,239	7,603	5,15

З рис. 1 видно, що, незалежно від типу ТЗ, після перевищення значення коефіцієнта приведення $S_k > 5$ починається різке зростання руйнівного впливу. Кожен тип транспортного засобу має певні значення загальної маси при яких $S_k = 5-10$. Тому для кожного типу ТЗ необхідно встановити допустимі величини загальної маси за умови 2, 5 та 10-кратного перевищення нормативного навантаження (табл. 2).

Таким чином, знаючи загальну масу транспортного засобу за методикою ГБН В.2.3-37641918-559:2019 [5] оцінювали руйнівний вплив, який він завдає дорожньому покриттю, порівняно з навантаженням на вісь 100 кН або подібно та 115 кН.

А результатами аналізу даних з пунктів WIM на рис. 2 та 3 наведено уточнення коефіцієнта приведення до реалій сьогодення до вимог ЕС та правил дорожнього руху [6 - 7].

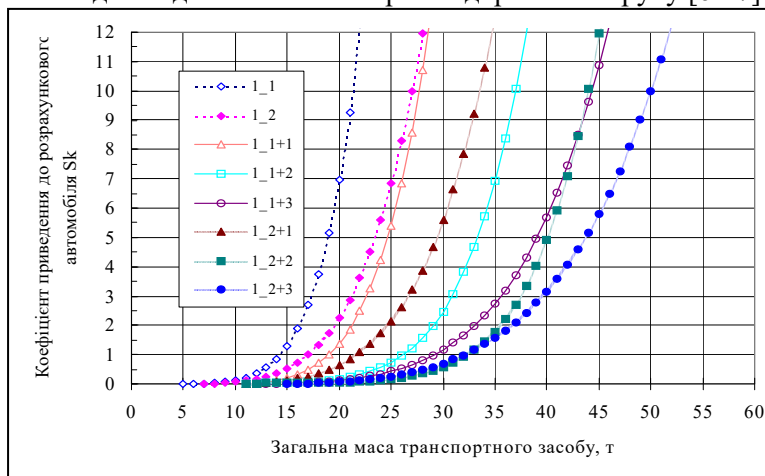


Рисунок 1 – Встановлення коефіцієнту приведення в залежності від значення загальної маси ТЗ з умови руйнівного впливу на дорожній одяг

Figure 1 - Determination of the reduction factor depending on the value of the total mass of the vehicle under the condition of destructive impact on the road surface

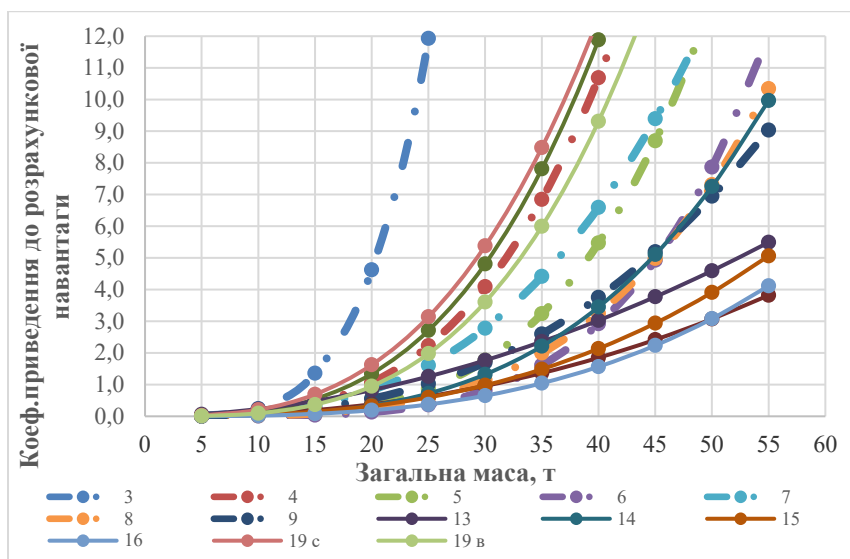


Рисунок 2 – Встановлення коефіцієнту приведення в залежності від значення загальної маси ТЗ з умови руйнівного впливу на дорожній одяг згідно вимог ЕС

Figure 2 - Determination of the reduction factor depending on the value of the total mass of the vehicle under the condition of destructive impact on the road surface in accordance with EU requirements

Основні дані про навантаження, що передаються на дорожнє покриття автотранспортними засобами, наведені в [8-11]. При проектуванні нежорстких дорожніх одягів за розрахунки приймають нормовані навантаження згідно ДБН В.2.3-4:2015, що відповідають граничним навантаженням на вісь автомобілів.

Дані не можуть бути апроксимовані однією загальною залежністю для всіх колісних груп ТЗ, тому в подальшому виконана розбивка даних на окремі типи відповідно до схеми ТЗ та завантаженості. Результати обробки даних наведені на рис. 4 – 18.

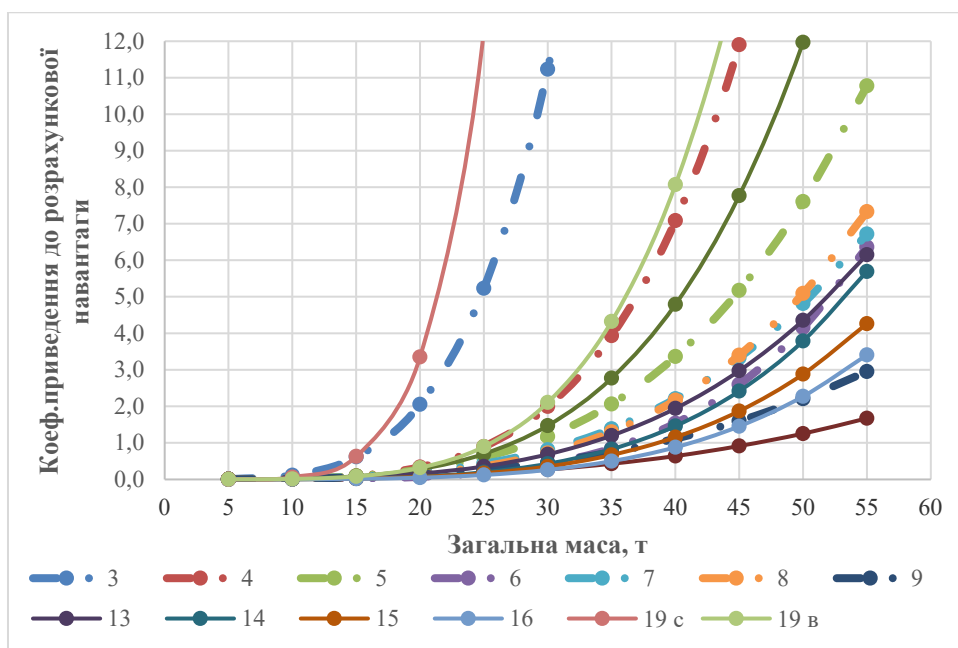


Рисунок 3 – Встановлення коефіцієнту приведення в залежності від значення загальної маси ТЗ з умови руйнівного впливу на дорожній одяг згідно правил дорожнього руху
Figure 3 - Determination of the reduction factor depending on the value of the total mass of the vehicle under the condition of destructive impact on the road surface in accordance with traffic rules

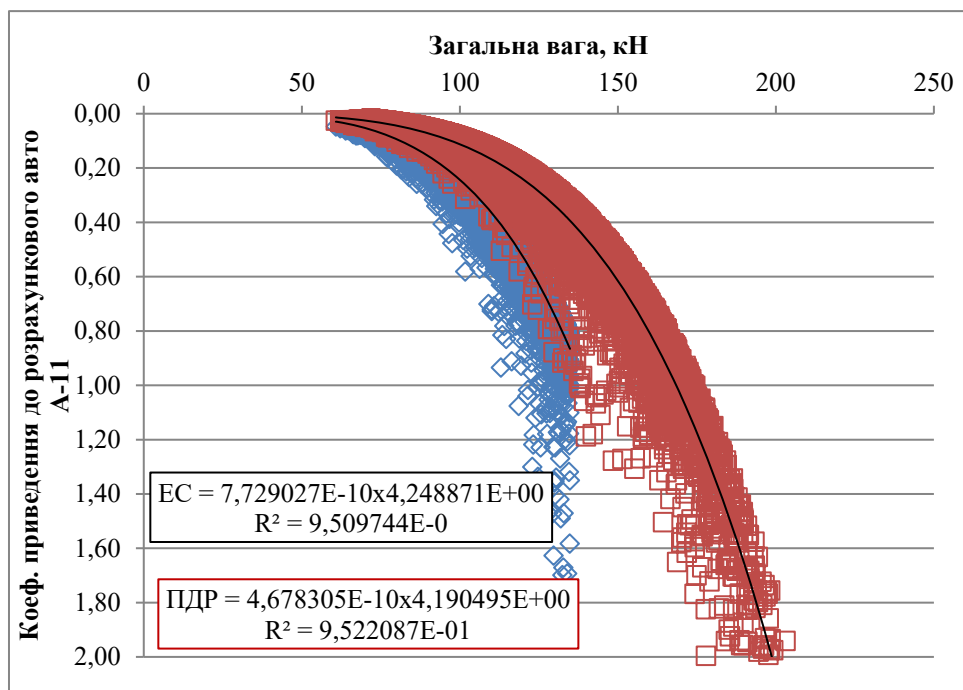


Рисунок 4 – Залежність зміни коефіцієнтів приведення від загальної маси ТЗ для розрахункової схеми 3 (1+1)
Figure 4 - Dependence of the change in the coefficients of reduction on the total weight of the vehicle for the design scheme 3 (1+1)

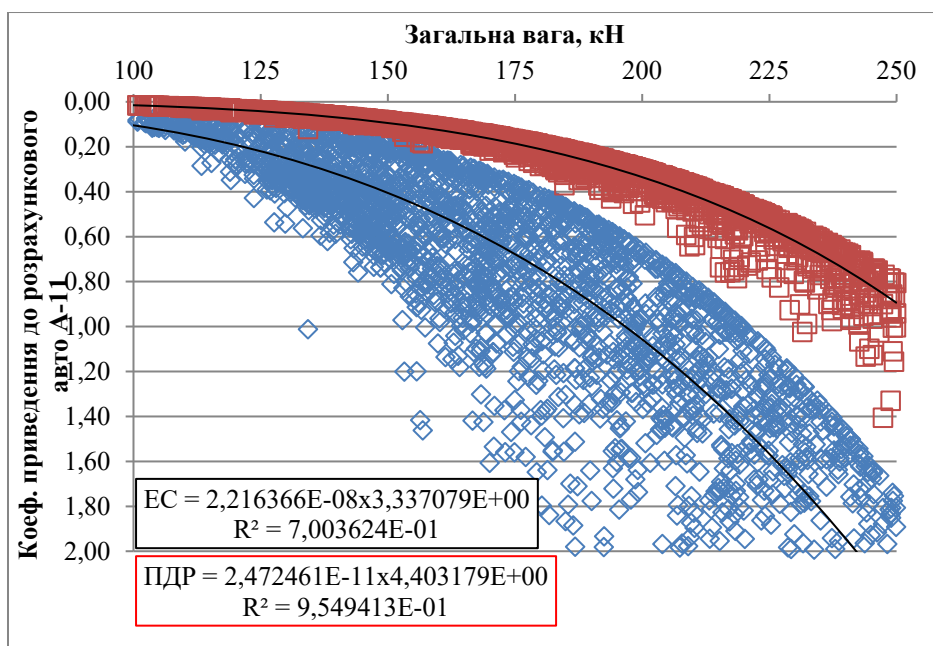


Рисунок 5 – Залежність зміни коефіцієнтів приведення від загальної маси ТЗ для розрахункової схеми 4 (1+2)

Figure 5 - Dependence of the change in the coefficients of reduction on the total weight of the vehicle for the design scheme 4 (1+2)

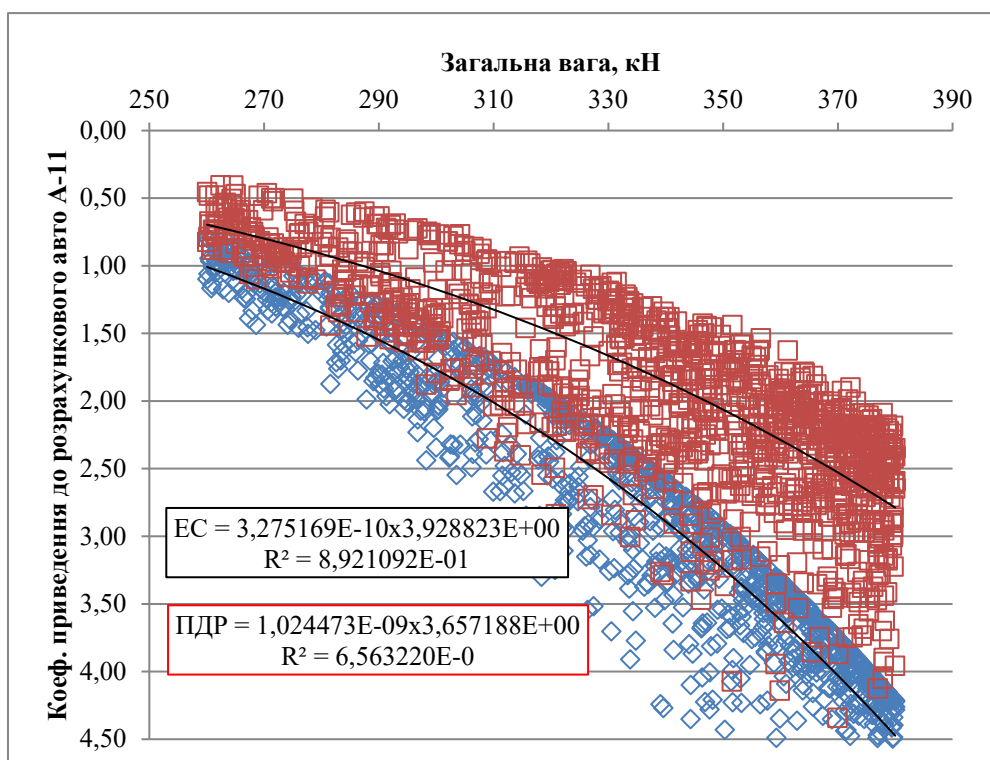


Рисунок 6 – Залежність зміни коефіцієнтів приведення від загальної маси ТЗ для розрахункової схеми 5 (2+2)

Figure 6 - Dependence of the change in the coefficients of reduction on the total weight of the vehicle for the design scheme 5 (2+2)

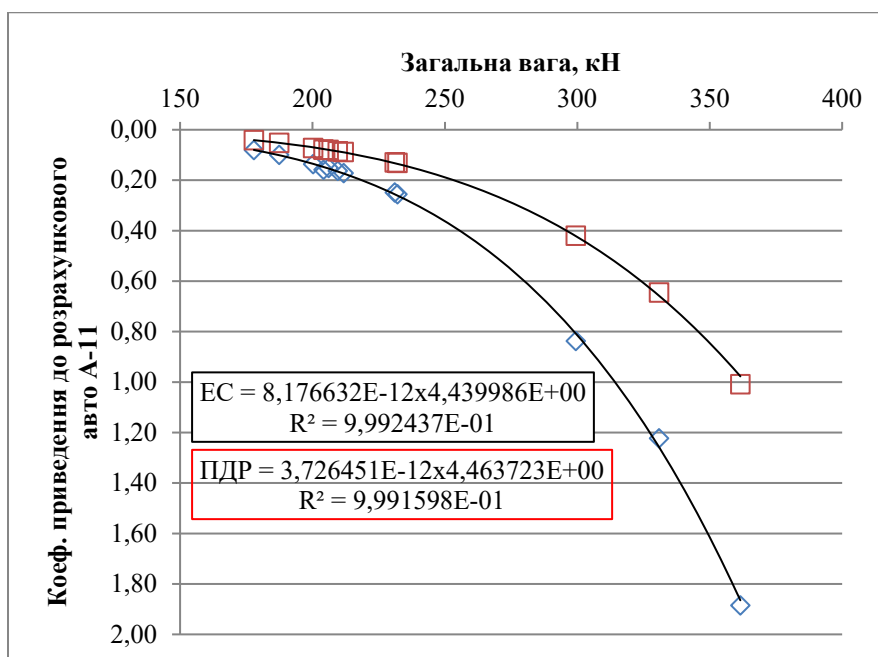


Рисунок 7– Залежність зміни коефіцієнтів приведення від загальної маси ТЗ для розрахункової схеми 6 (2+3)

Figure 7 - Dependence of the change in the coefficients of reduction on the total weight of the vehicle for the design scheme 6 (2+3)

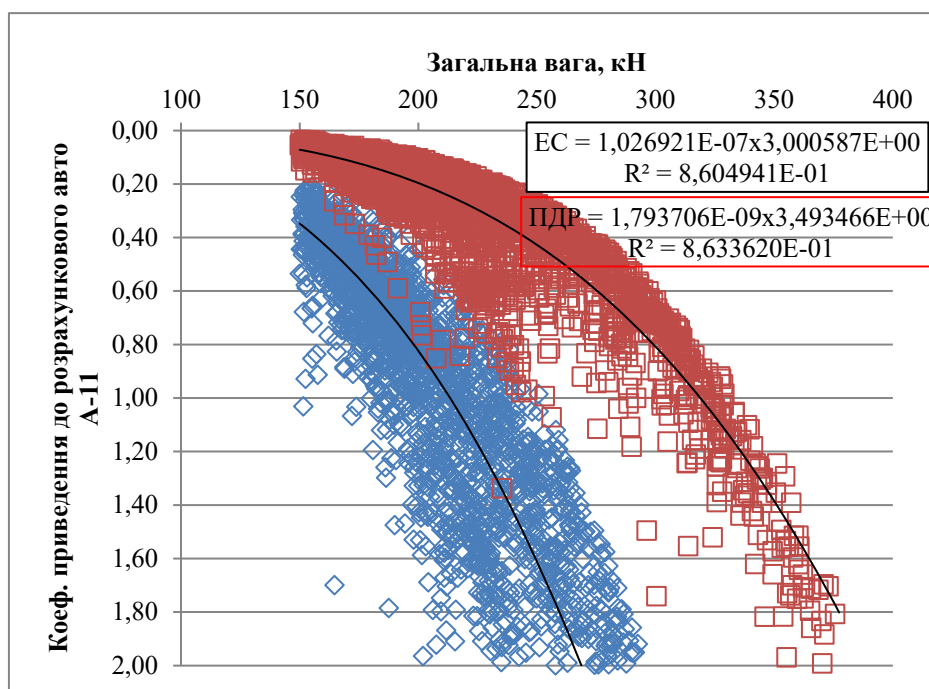


Рисунок 8 – Залежність зміни коефіцієнтів приведення від загальної маси ТЗ для розрахункової схеми 7 (1+1_1+1)

Figure 8 - Dependence of the change in the coefficients of reduction on the total weight of the vehicle for the design scheme 7 (1+1_1+1)

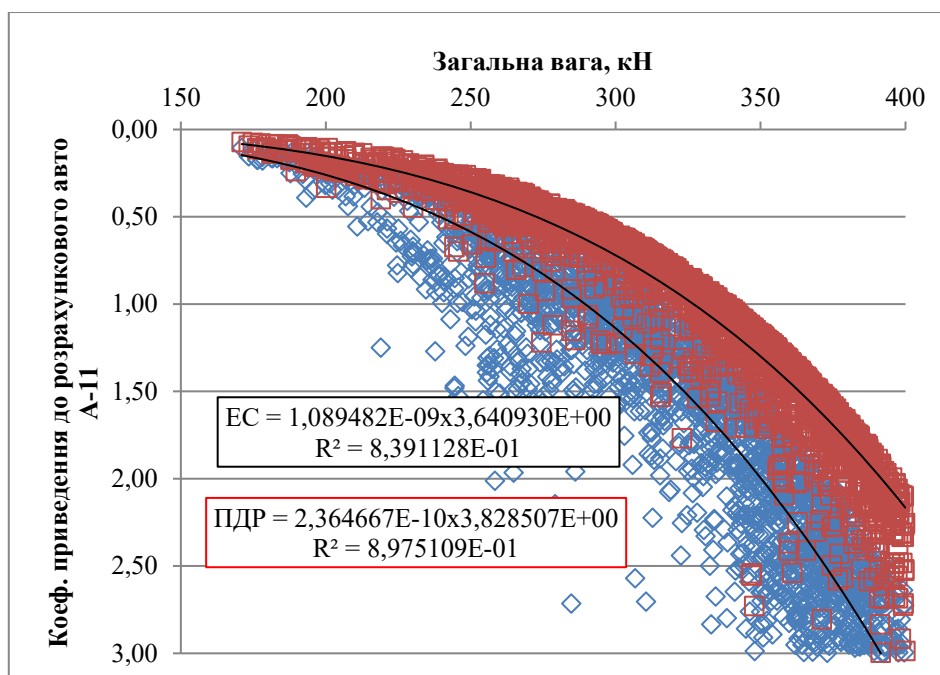


Рисунок 9 – Залежність зміни коефіцієнтів приведення від загальної маси ТЗ для розрахункової схеми 8 (1+2_1+1)

Figure 9 - Dependence of the change in the coefficients of reduction on the total weight of the vehicle for the design scheme 8 (1+2_1+1)

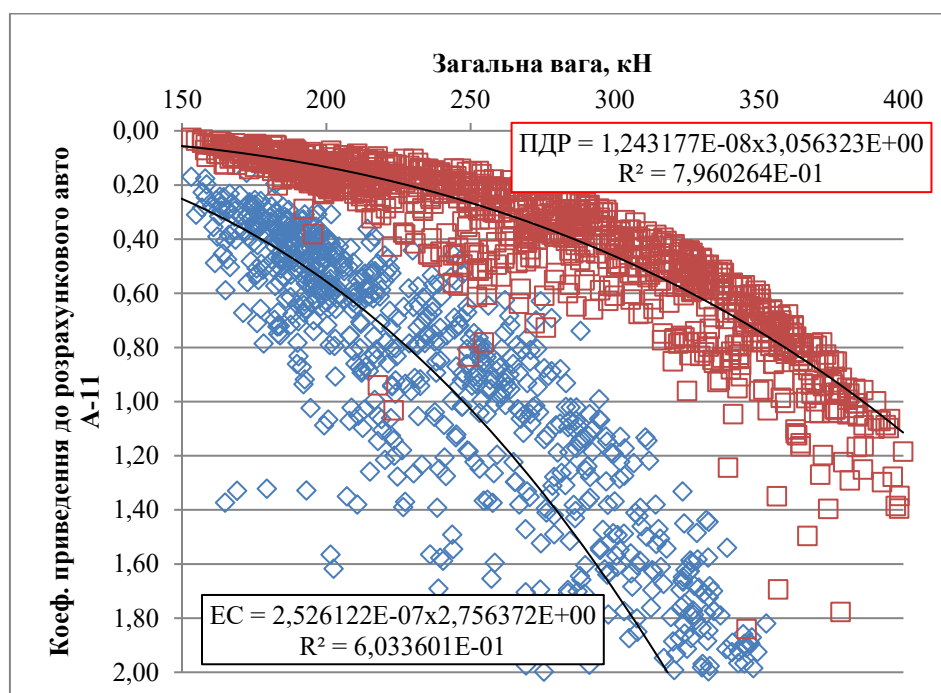


Рисунок 10– Залежність зміни коефіцієнтів приведення від загальної маси ТЗ для розрахункової схеми 9 (1+1_1+2)

Figure 10 - Dependence of the change in the coefficients of reduction on the total weight of the vehicle for the design scheme 9 (1+1_1+2)

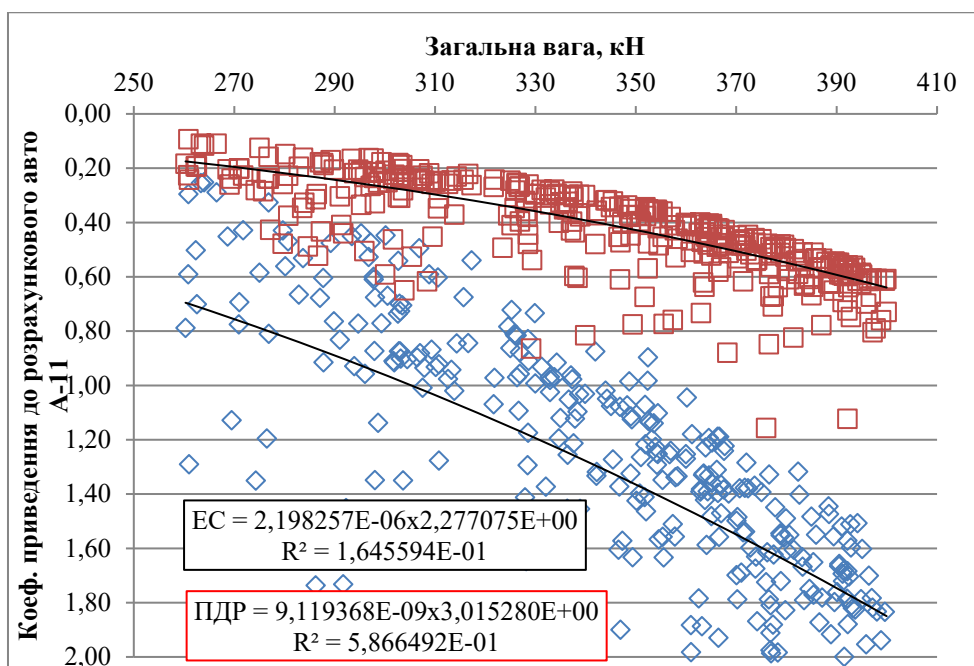


Рисунок 11 – Залежність зміни коефіцієнтів приведення від загальної маси ТЗ для розрахункової схеми 10 (1+2_1+2)
Figure 11 - Dependence of the change in the coefficients of reduction on the total weight of the vehicle for the design scheme 10 (1+2_1+2)

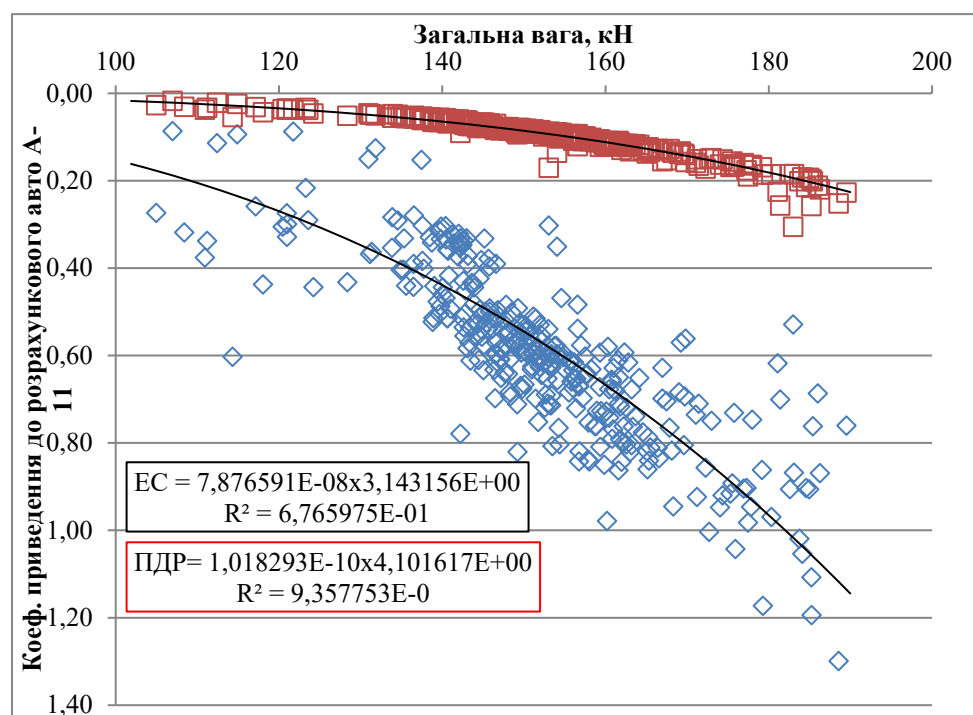


Рисунок 12 – Залежність зміни коефіцієнтів приведення від загальної маси ТЗ для розрахункової схеми 11 (1+1_1)
Figure 12 - Dependence of the change in the coefficients of reduction on the total weight of the vehicle for the design scheme 11 (1+1_1)

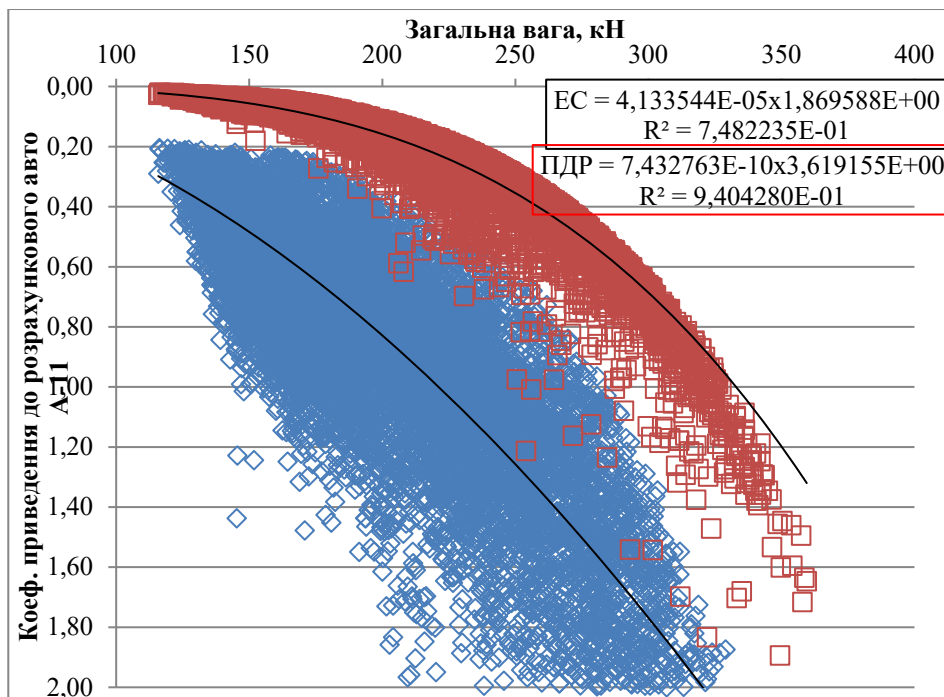


Рисунок 13 – Залежність зміни коефіцієнтів приведення від загальної маси ТЗ для розрахункової схеми 12 (1+1_2)

Figure 13 - Dependence of the change in the drive coefficients on the total weight of the vehicle for the design scheme 12 (1+1_2)

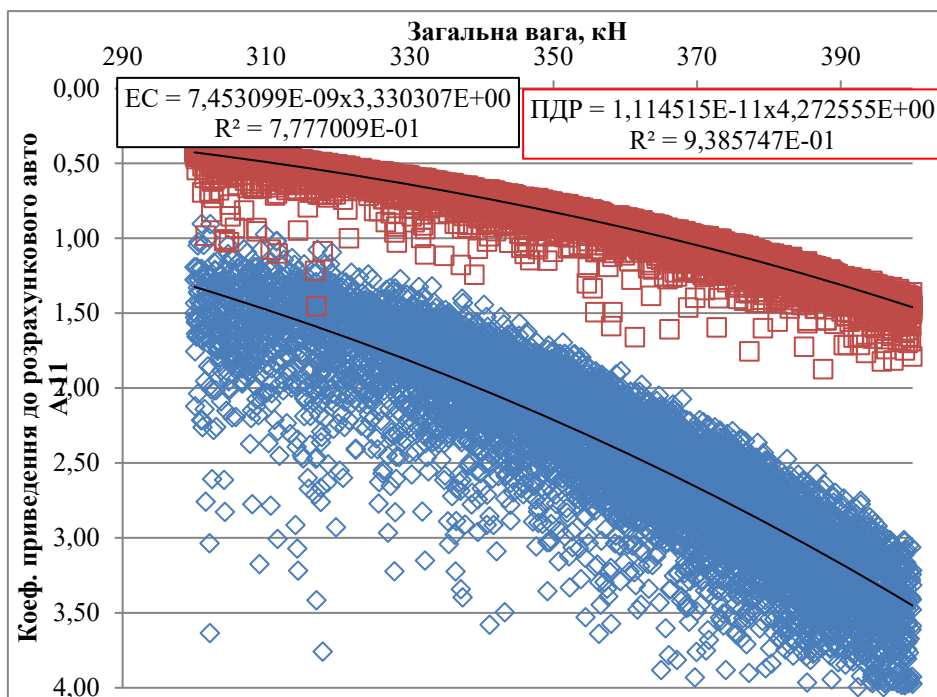


Рисунок 14 – Залежність зміни коефіцієнтів приведення від загальної маси ТЗ для розрахункової схеми 13 (1+1_3)

Figure 14 - Dependence of the change in the drive coefficients on the total weight of the vehicle for the design scheme 13 (1+1_3)

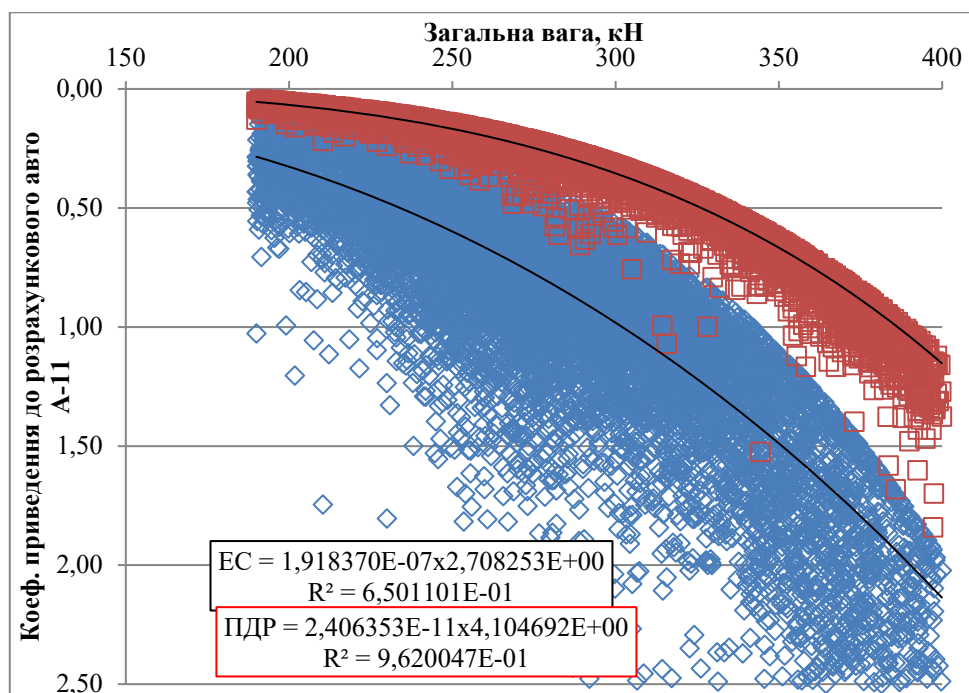


Рисунок 15 – Залежність зміни коефіцієнтів приведення від загальної маси ТЗ для розрахункової схеми 14 (1+2_2)

Figure 15 - Dependence of the change in the coefficients of reduction on the total weight of the vehicle for the design scheme 14 (1+2_2)

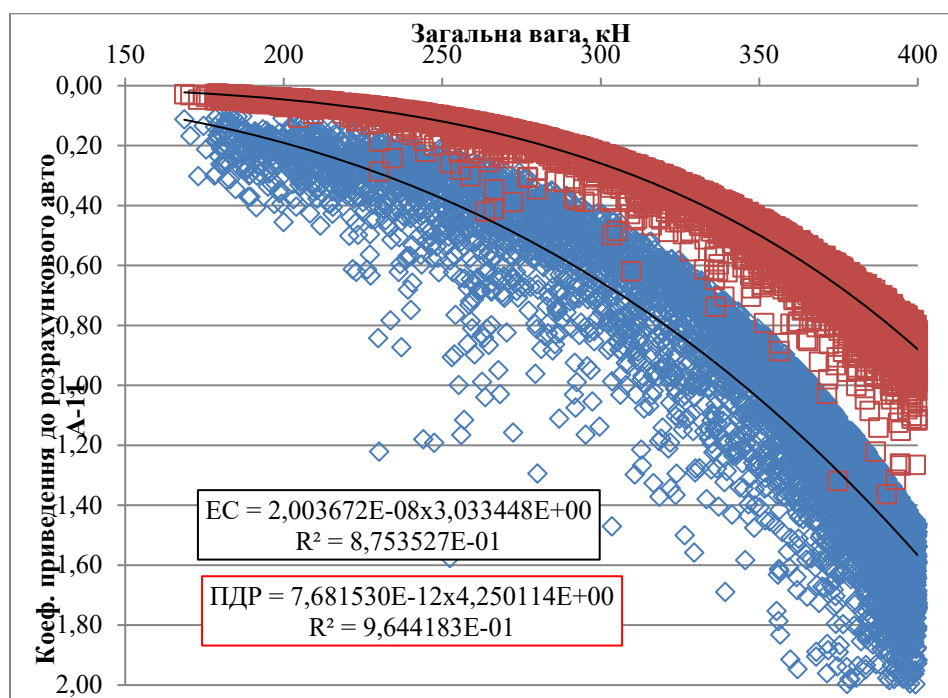


Рисунок 16 – Залежність зміни коефіцієнтів приведення від загальної маси ТЗ для розрахункової схеми 15 (1+2_3)

Figure 16 - Dependence of the change in the coefficients of reduction on the total weight of the vehicle for the design scheme 15 (1+2_3)

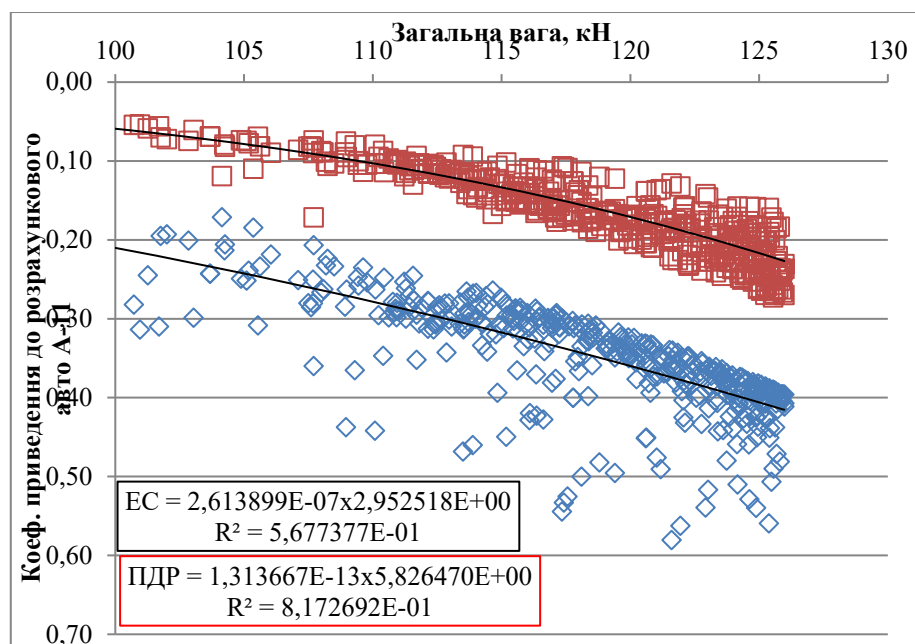


Рисунок 17 – Залежність зміни коефіцієнтів приведення від загальної маси ТЗ для розрахункової схеми 19с (1+1) (автобуси до 30 місць)
Figure 17 - Dependence of the change in the drive coefficients on the total weight of the vehicle for the design scheme 19c (1+1) (buses up to 30 seats)

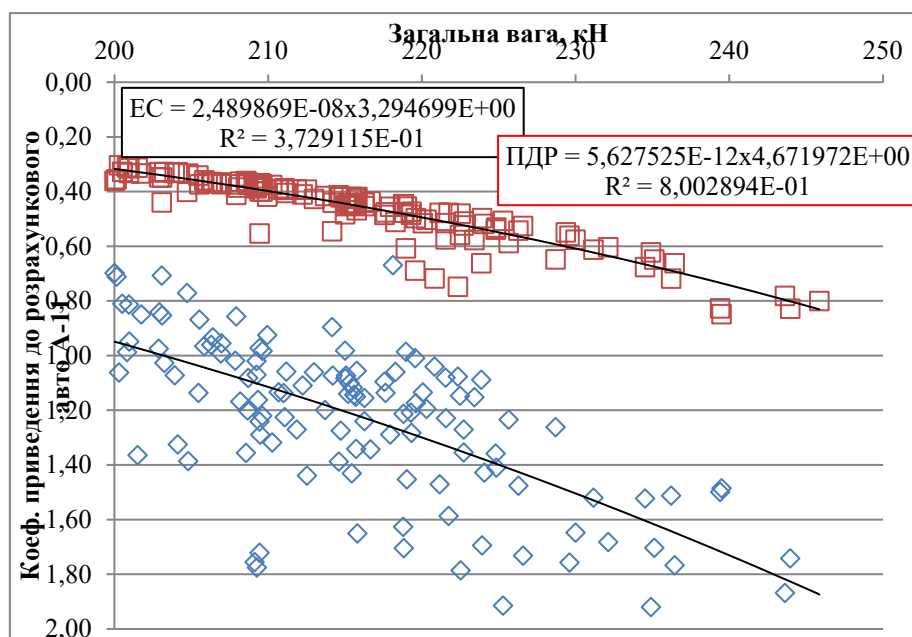
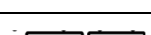
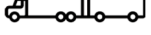
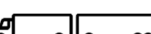
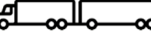
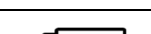
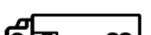
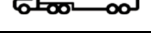


Рисунок 18 – Залежність зміни коефіцієнтів приведення від загальної маси ТЗ для розрахункової схеми 19в (1+1 та 1+2) (автобуси понад 30 місць)
Figure 18 - Dependence of the change in the drive coefficients on the total weight of the vehicle for the design scheme 19c (1+1 and 1+2) (buses over 30 seats)

Отримані залежності добре корелюють з теоретичним аналізом наведеним в попередніх дослідженнях таблиці 2 для ТЗ, що рухаються з обмеженнями, визначеними п. 22.5 ПДР.

Таблиця 2 – Коефіцієнти приведення інтенсивності руху ТЗ до розрахункової навантаги
Table 2 - Coefficients for reducing the intensity of vehicle traffic to the design load

Ч.ч.	Тип транспортного засобу		Коефіцієнти приведення до розрахункової навантаги, кН	
	Графічне зображення	Опис	A ₂ (115)	A ₃ (100)
1	2	3	4	5
1		Легковий автомобіль, мінівен	-	-
2		Легковий автомобіль, мінівен з причепом	-	-
3		Двовісний вантажний автомобіль	0,532	0,984
4		Тривісний вантажний автомобіль	0,391	0,817
5		Чотиривісний вантажний автомобіль	2,344	4,993
6		Вантажний автомобіль, що має 5 або більше осей	0,365	0,685
7		Автопоїзд із чотирма осями (двовісний вантажний автомобіль із двовісним причепом)	0,603	1,115
8		Автопоїзд із п'ятьма осями (тривісний вантажний автомобіль із двовісним причепом)	0,716	1,440
9		Автопоїзд із п'ятьма осями (двовісний вантажний автомобіль із тривісним причепом)	0,686	1,294
10		Автопоїзд із шістьма осями (тривісний вантажний автомобіль із тривісним причепом)	0,543	1,118
11		Автопоїзд із трьома осями (двовісний тягач із одновісним напівпричепом)	0,128	0,237
12		Автопоїзд із чотирма осями (двовісний тягач із двовісним напівпричепом)	0,383	0,767
13		Автопоїзд із п'ятьма осями (двовісний тягач із тривісним напівпричепом)	1,092	1,994
14		Автопоїзд із п'ятьма осями (тривісний тягач із двовісним напівпричепом)	0,549	1,151
15		Автопоїзд із шістьма осями (тривісний вантажний автомобіль із тривісним напівпричепом)	0,634	1,120
16		Автопоїзд, що має більш ніж шість осей	-	-
17		Сільськогосподарська техніка	-	-
18.1		Автобус (до 30 пасажирів)	0,187	0,347
18.2		Автобус (понад 30 пасажирів)	0,543	1,130
19		Некласифікований транспортний засіб	0	0

Примітка 1. В таблиці наведені значення коефіцієнтів приведення за даними зважування (WIM) для транспортних засобів колісної схеми, що рухаються з дотриманням вагових норм встановлених правилами дорожнього руху пункт 22.5.

Висновки. За результатами проведених досліджень фахівцями ДП «ДерждорНДІ» та НТУ вперше за останні 15 років виконано аналіз параметрів сучасних транспортних засобів (навантажень на осі, визначення фактично маси ТЗ коефіцієнт приведення до розрахункової осі) та їх впливу на конструкції дорожнього одягу. В ході роботи встановлені залежності зміни коефіцієнту приведення до розрахункової осі та впливу досліджених транспортних засобів на напружено-деформований стан конструкції дорожнього одягу, зокрема:

- встановлено коефіцієнти приведення до розрахункового навантаження типу A₂(115 кН) та A₃(100 кН) з різним навантаженням від ТЗ що рухаються автомобільними дорогами України;
- внесене зміну в формулу визначення розрахункової кількості прикладень розрахункової навантаги за строк експлуатування;
- виконано порівняння з вимогами Директиви ЄС та встановлено залежності порівняння з даними правил дорожнього руху пункт 22.5;

– на основі проведеного аналізу рекомендовано внести зміни в діючі правила дорожнього руху в пункті 22.5 та прийняти за основу допустимі параметри навантаження для схем транспортних засобів, які наведені у директиві ЄС № 96/53/ЄС від 25 липня 1996 року [7].

Потребує подальшого удосконалення процедури отримання та оброблення даних з пунктів WIM, так як існуючі результати потребують фільтрування для отримання коректних результатів. Оскільки за даними аналізу тільки 1/3 даних є валідними.

Система WIM служить для селекції великовагових транспортних засобів для наступного зважування на стаціонарних вагах.

Науково необґрунтовані прийняті значення максимально дозволених загальних мас ТЗ у діючих правилах дорожнього руху призвели до зменшення значень $K_{прив}$ до розрахункового автомобіля А2 (115 Н) в 2 – 3 рази в порівнянні з раніше отриманими даними аналізу з стаціонарних пунктів вагового контролю [12] та в порівнянні з даними ЄС (таблиця 3). Таким чином збільшення значення нормативної загальної маси транспортного засобу в ПДР призводить до штучного зменшення розрахункової сумарної інтенсивності транспортних засобів за строк експлуатації дорожнього одягу та зменшення товщини конструкції дорожнього одягу. В результаті чого держава отримує значні збитки із-за та некоректного (хибного) проектування, що призводить до передчасного руйнування дорожнього покриття та необхідності виконувати позаплановий ремонт. Виходячи з вище сказаного необхідно при зміні правил дорожнього одягу в пункті 22.5 використовувати глибокі наукові дослідження з даного питання.

Таблиця 3 – Підсумкова коефіцієнтів приведення до розрахункової вісі

Table 3 - Summary of the coefficients of reduction to the calculated axis

Колісна сема	Схематичне зображення	Серед. зваж ЄС	Серед. зваж ПДР	Коеф ЄС/100	Коеф ЄС/ПДР
3		0,727	0,532	2,000	1,081
4		0,988	0,391	1,887	0,901
5		3,347	2,344	6,074	3,165
6		0,391	0,365	2,000	1,025
7		1,615	0,603	3,258	1,761
8		2,058	1,440	3,145	1,581
9		1,743	0,686	3,374	1,753
11		1,444	0,543	3,262	1,573
12		0,701	0,128	3,000	1,622
13		0,958	0,383	3,679	1,870
14		2,640	1,092	3,000	1,637
15		1,121	0,549	2,395	1,689
16		1,186	0,634	2,887	1,457
19 с		0,368	0,187	2,000	1,081
19 в		1,308	0,543	1,887	0,901

Перелік посилань

1. Довідник № 1 Розрахункових характеристик ґрунтів, матеріалів основи дорожнього одягу і дорожнього покриття та навантаги від транспортних засобів.
2. Закон України «Про автомобільні дороги» від 08.09.2005 р. №2862-IV.
3. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво.
4. Гамеляк І.П. Основи забезпечення надійності конструкцій дорожнього одягу: дис....доктора техн. наук / І.П. Гамеляк. К: Національний транспортний університет, 2005. 525 с.
5. ГБН В.2.3-37641918-559:2019 Автомобільні дороги. Дорожній одяг нежорсткий. Проектування.
6. Постанова КМУ від 27.10.2023 р. № 1128 “Про внесення змін до Правил дорожнього руху”.
7. Директива Ради 96/53/ЄС від 25 липня 1996 року Про встановлення для деяких дорожніх транспортних засобів, що перебувають в обігу в межах Співтовариства, максимальних дозволених

розмірів для внутрішнього та міжнародного дорожнього руху та максимальної дозволеної маси для міжнародного дорожнього руху

8. Huang Y.H. Computation of equivalent single-wheel loads using layered theory. - Highway Research Record, 1969, № 291, p. 144-155.

9. Gerrard C.M., Harrison W.J. A theoretical comparison of the effects of dual-tandem and dual-wheel assemblies on pavements. Proc. 5th Conference of the Australian Road Research Board, vol. 5, Part 4, Paper 645, 1970, p. 112-137.

10. Ioannides AM ; Khazanovich, L. (1993) Load Equivalency Concepts: A Mechanistic Reappraisal. Transportation Research Record, 1388; 42 Rigid and Flexible Pavement Design and Rehabilitation, pp. 42-51.

11. The AASHO Road Test. Report 5. Pavements research. Spec. Report 61 E, Publ. 954. - Washington, 1962. 351 p.

12. Гамеляк, І. П. Експериментальне визначення навантаження на вісь транспортних засобів [Текст] / І. П. Гамеляк, В. Ф. Райковський // Автошляховик України. – 2014. – № 3. – С. 25-30.

IMPROVEMENT OF THE METHODOLOGY FOR REDUCING TRAFFIC INTENSITY FOR PAVEMENT DESIGN

Gameliak Igor P., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Head of the Department of System Design of Transport Infrastructure Objects, Kyiv, Ukraine, e-mail: gip65n@gmail.com., +380503524124, <https://orcid.org/0000-0001-9246-7561>

Vitalii Raikovskiy F., PhD in Technical Sciences, Head of Scientific and Technical Support Sector, "DerzhdorNDI" SE, Kyiv, Ukraine, e-mail: vintikntu@ukr.net, tel. +380982846899, <https://orcid.org/0000-0002-6391-7647>

Summary. The paper considers the issue of determining the destructive impact of modern vehicles on the road surface depending on the value of the total mass of the vehicle. The calculations are based on the methodology of bringing the vehicle to the standard load on the axis of the design axis of the A2 (115 kN) and A3 (100 kN) groups.

Keywords: traffic intensity, vehicle, standard axle load, permissible mass, total coefficient of reduction to the design vehicle.

References

1. Dovidnyk № 1 Rozrakhunkovykh kharakterystyk gruntiv, materialiv osnovy dorozhnoho odiahu i dorozhnoho pokryvu ta navantahy vid transportnykh zasobiv.

2. Zakon Ukrainy «Pro avtomobilni dorohy» vid 08.09.2005 r. №2862-IV.

3. DBN V.2.3-4:2015 Avtomobilni dorohy. Chastyna I. Proektuvannia. Chastyna II. Budivnytstvo.

4. Gameliak I.P. Osnovy zabezpechennia nadiinosti konstrukttsii dorozhnoho odiahu: dys....doktora tekhn. nauk / I.P. Hameliak. K: Natsionalnyi transportnyi universytet, 2005. – 525 s.

5. HBN V.2.3-37641918-559:2019 Avtomobilni dorohy. Dorozhnii odiah nezhorstkyi. Proektuvannia.

6. Postanova KМУ vid 27.10.2023 r. № 1128 “Pro vnesennia zmin do Pravyl dorozhnoho rukhu”.

7. Dyrektyva Rady 96/53/ІeS vid 25 lypnia 1996 roku Pro vstanovlennia dlia deiakykh dorozhnykh transportnykh zasobiv, shcho perebuvaiut v obihu v mezhakh Spivtovarystva, maksymalnykh dozvolenykh rozmiriv dlia vnutrishnoho ta mizhnarodnoho dorozhnoho rukhu ta maksymalnoi dozvolenoї masy dlia mizhnarodnoho dorozhnoho rukhu.

8. Huang Y.H. Computation of equivalent single-wheel loads using layered theory. - Highway Research Record, 1969, № 291, r. 144-155.

9. Gerrard C.M., Harrison W.J. A theoretical comparison of the effects of dual-tandem and dual-wheel assemblies on pavements. - Proc. 5th Conference of the Australian Road Research Board, vol. 5, Part 4, Paper 645, 1970, p. 112-137.

10. Ioannides AM ; Khazanovich, L. (1993) Load Equivalency Concepts: A Mechanistic Reappraisal. TRANSPORTATION RESEARCH RECORD, 1388; 42 Rigid and Flexible Pavement Design and Rehabilitation, pp. 42-51.

11. The AASHO Road Test. Report 5. Pavements research. Spec. Report 61 E, Publ. 954. - Washington, 1962. - 351 p.

12. Gameliak, I. P. Eksperymentalne vyznachennia navantazhennia na vis transportnykh zasobiv [Tekst] / I. P. Gameliak, V. F. Raikovskiy // Avtoshliakhovyk Ukrainy. – 2014. – № 3. – S. 25-30.

ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ ОТРИМАННЯ ХОЛОДНИХ ЕМУЛЬСІЙНО-МІНЕРАЛЬНИХ СУМІШЕЙ

OVERVIEW OF TECHNOLOGIES FOR OBTAINING COLD EMULSION-MINERAL MIXTURES



Головченко Василь Сергійович, аспірант кафедри транспортного будівництва та управління майном Національного транспортного університету. E-mail: vasiagolovchenko05@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-5078-8682>

Анотація. Використання холодної емульсійно-мінеральної суміші (ХЕМС) замість гарячої асфальтобетонної суміші дає кілька переваг. Переваги включають збереження матеріалів і зменшення споживання енергії, збереження навколишнього середовища та зниження витрат. Холодна суміш, отримана шляхом змішування мінерального заповнювача з бітумною емульсією. Незважаючи на зусилля, докладені протягом останніх кількох десятиліть для вдосконалення та розвитку ХЕМС, залишаються певні недоліки, які роблять його нижчим за гарячої АБС, що призводить до обмеження або мінімізації використання. Проте розробка ХЕМС для будівництва, реконструкції та обслуговування доріг постійно набуває інтересу як у промисловому, так і в дослідницькому секторах будівництва доріг.

Дослідники в сфері будівництва доріг постійно шукають способи знизити споживання енергії, викиди парникових газів і підвищити вартість ефективності. Холодна емульсійно-мінеральна суміш є результатом досліджень у цьому напрямку протягом останніх кількох десятиліть. ХЕМС це суміш отримана шляхом змішування бітумної емульсії, заповнювачів і наповнювача при температурі навколишнього середовища. Використовуючи ХЕМС, можна досягти 95% економії енергії порівняно з виробництвом гарячої АБС. Недоліки холодної суміші також очевидні. Оскільки вода має випаровуватися з бітумної емульсії, щоб бітум мав адгезію із заповнювачами холодної суміші може знадобитися кілька тижнів, щоб досягти своєї повної міцності. Це може призвести до нижчої початкової міцності та високої пористості порівняно зі звичайним гарячим асфальтовим розчином. Крім того, через воду в суміші потенційне пошкодження вологою та довговічність викликають занепокоєння. Як наслідок, ХЕМС рідко використовували як конструкційний шар покриття.

Ключові слова: холодна емульсійно-мінеральна суміш, гаряча асфальтобетонна суміш, емульсійно-мінеральна суміш.

Вступ

Гаряча асфальтобетонна суміш, яка складається з дрібних і крупних мінеральних заповнювачів і наповнювачів та бітуму, широко використовується як основний будівельний матеріал для будівництва автомобільних доріг. Відомо, що асфальтобетонні дороги користуються популярністю по всьому світу. У Швейцарії національна мережа автомобільних доріг складається з 86 % асфальтобетонних покриттів, 9 % бетонних покриттів і 5 % композитних покриттів, які складаються з асфальтобетонного шару, влаштованого на бетонний шар дорожнього одягу [1]. У Великобританії близько 95 % доріг влаштовані асфальтобетоном [2]. У США це число становить 96 % асфальтобетонних доріг [3].

Гарячу АБС зазвичай виробляють шляхом змішування попередньо нагрітих мінеральних заповнювачів, наповнювачів та бітумного в'язучого. Оскільки робоча температура є відносно високою, для нагрівання заповнювачів і бітуму потрібна велика кількість палива. Дослідження показує, що приблизно 7,6-9,7 літрів палива потрібно спалити для виробництва 1 тонни гарячої АБС [4-6], споживаючи 270 МДж [7,8] енергії і вносячи 15 % [6] у загальну вартість виробництва гарячої АБС. Починаючи з нафтової кризи в 1970-х роках і після Кіотського протоколу в 1997 році, дослідники приділяли більше уваги споживанню енергії, викидам CO₂ і екологічності асфальтобетону через шкоду навколишньому середовищу. Асфальтобетонна суміш з низьким рівнем викидів (тепла АБС) привернула значну увагу через низький вплив на навколишнє середовище та економічну ефективність [9]. Зокрема, тепла асфальтобетонна суміш, яка виробляється при температурі від 20 °C до 55 °C нижче ніж гаряча АБС, вважалася перспективною заміною [5]. Проте, паливо, збережене за допомогою теплої АБС, зазвичай знаходиться в діапазоні 20 - 35 %, що все ще недостатньо [5].

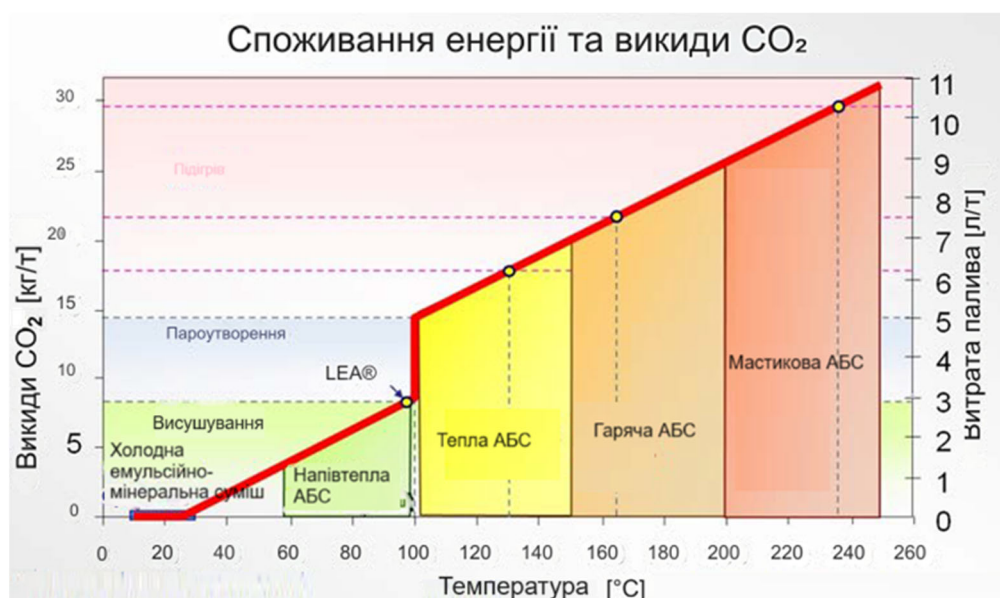
Використовуючи холодну суміш, можна заощадити понад 95% енергії, необхідної під час виробництва гарячої АБС, див. рис. 1. Недоліки холодної асфальтобетонної суміші також очевидні. Оскільки вода повинна випаровуватися з бітумної емульсії для розвитку адгезії бітуму до заповнювачів, холодному асфальтобетону потрібно багато часу (зазвичай кілька тижнів), щоб досягти своєї повної міцності [10]. Це може призвести до неадекватних характеристик (нижчої початкової міцності та високої пористості) порівняно зі звичайним гарячим асфальтобетонним розчином. Крім того, через присутність води в суміші, потенціал пошкодження вологою та довговічність викликають занепокоєння [11,12]. Як наслідок, холодна асфальтобетонна суміш рідко використовується для дорожнього покриття. [13,14].

Основна частина

Виробництво холодних емульсійно-мінеральних сумішей

Найважливішим параметром для виробництва гомогенних сумішей холодних емульсійно-мінеральних є стабільність змішування бітумної емульсії. За даними вченого Salomon [15], у більшості випадків використовуються бітумні емульсії середнього та повільного розпаду, тоді як бітумні емульсії швидкого розпаду не рекомендуються. Це пояснюється тим, що бітумна емульсія, яка швидко застигає, флокулює та швидко коалесцує в присутності дрібних заповнювачів і наповнювача з відносно високою питомою поверхнею, викликаючи утворення кульок бітуму та недостатнє покриття заповнювачів [16]. Хоча деякі дослідники стверджували, що позитивно заряджена катіонна емульсія може створювати сильніший адгезійний зв'язок із негативно зарядженими заповнювачами, що містять велику кількість оксиду кремнію. (SiO₂). [17,18], це не було підтверджено експериментально. Основне занепокоєння

при використанні катіонної емульсії полягає в тому, що рН суміші може швидко підвищуватися, навіть досягаючи значення близько 13. Додавання цементу нейтралізує кислоти в катіонних емульсіях, викликаючи дестабілізацію емульсії [15]. З іншого боку, основною проблемою при використанні аніонної емульсії є вплив багатовалентних іонів, особливо Ca^{2+} , які вивільняються цементом при контакті з водою. Нещодавно було підтверджено, що іони Ca^{2+} реагують з аніонними емульгаторами та дестабілізують бітумну емульсію [19]. Відповідний вибір бітумної емульсії повинен гарантувати, що емульсія може зберігати свою стабільність перед ущільненням. З цією метою настійно рекомендується провести тест на стабільність змішування. Однак стандартизованого тесту на стабільність змішування в присутності цементу не існує.



Примітка: Враховані тільки прямі викиди CO₂, тобто не враховано викиди від виробництва бітуму, мінеральних матеріалів та електроенергії (наприклад для гарячої АБС додаткові 22 кг/т)

Рисунок 1 – Споживання енергії та викиди CO₂ [13,14]

Figure 1 – Energy consumption and CO₂ emissions [13,1]

Вибір заповнювачів, наповнювачів та цементу

Загальновизнано, що ХЕМС не вимагає будь-якого конкретного типу заповнювачів. Загалом, заповнювачі та наповнювачі придатні для гарячих АБС, також підходять для холодних емульсійно-мінеральних сумішей. Подрібнені вапнякові заповнювачі вважаються найбільш прийнятними, оскільки їхня пориста текстура може поглинати воду з емульсії, що сприяє розвитку міцності [15]. У більшості випадків використовується щільний тип зернового складу, тоді як у деяких випадках використовується пористий тип зернового складу. Можливе використання добавки портландцементу в ХЕМС, оскільки це загальновживаний цемент у всьому світі. Крім того, було досліджено використання цементів швидкого твердіння, і було встановлено, що початкова міцність суміші ХЕМС може бути значно збільшена [20]. Тому цементи швидкого твердіння, такі як сульфоалюмінатний і кальцієво-алюмінатний цемент, можуть зв'язувати більше води та зменшувати викиди CO₂ порівняно з портландцементом [20].

Вміст бітумної емульсії та цементу

Методи проектування суміші, які використовуються для гарячої АБС, також застосовуються до ХЕМС. Залежно від зернового складу, гаряча АБС зазвичай містить 4 – 6 % бітуму від маси сухого мінерального матеріалу. Після визначення потрібного вмісту бітуму можна розрахувати вміст бітумної емульсії. Бітумні емульсії, виготовлені для ХЕМС, зазвичай містять 60 % бітуму. Наприклад, якщо потрібно 6 % бітуму, потрібно додати 10 % бітумної емульсії. За потреби для виробництва ХЕМС додавати орієнтовно 1 - 2 % портландцементу. Цемент також збільшує крихкість ХЕМС, вартість та викиди CO₂. Виконані дослідження показали, що додавання 2 % цементу призводить до еквівалентної міцності з гарячою АБС після орієнтовно 2 місяців твердіння [21]. З точки зору навколишнього середовища, додавання 2 % портландцементу призведе до таких же викидів CO₂, як гаряча АБС.

Процедури змішування та умови набрання міцності

Оскільки ХЕМС можна виробляти при температурі навколишнього середовища, його легше та безпечніше використовувати, ніж гарячі АБС. У лабораторії сировину додають у змішувач і змішують у такому порядку: спочатку заповнювач, наповнювач потім бітумна емульсія, і за потреби цемент. Рекомендується додавання додаткової води. Метою додавання додаткової води є змащування мінеральних матеріалів. Умови затвердіння є ключовим фактором розвитку міцності в ранньому віці. У лабораторії температуру і відносну вологість потрібно контролювати. Рекомендується нижча відносна вологість, оскільки це прискорює випаровування води та збільшення міцності ХЕМС. На будівельному майданчику тепла, суха та сонячна погода є кращою для влаштованих шарів дорожнього одягу з ХЕМС через високу швидкість випаровування. На ранніх стадіях будівництва слід уникати дощу.

Емульсійно-мінеральні суміші – суміші, отримані змішуванням у мобільних або стаціонарних змішувальних установках без сушіння та підігріву мінеральної частини та емульсії бітумної дорожньої.

Емульсійно-мінеральні суміші поділяються на:

- Емульсійно-мінеральні суміші, призначені для влаштування шарів дорожнього одягу, серед них виділяють:
 - холодні емульсійно-мінеральні суміші з мінеральною частиною на основі необроблених органічним в'язучим природних та/або штучних мінеральних матеріалів;
 - суміші з мінеральною частиною на основі матеріалу після фрезування з/або без додавання необроблених органічним в'язким природних та/або штучних мінеральних матеріалів (матеріал, що отримується за технологією холодного ресайклінгу);
- литі емульсійно-мінеральні суміші, призначені для влаштування захисних шарів, шарів зносу;
- суміші, які призначені для виконання ремонтних робіт.

На рисунках 2 - 8 показано відомі схеми приготування емульсійно-мінеральних сумішей [22], призначених для влаштування шарів дорожнього одягу.

1. Комплексна схема (рис. 2): всі компоненти емульсійно-мінеральної суміші перемішуються в одному змішувачі до отримання однорідної та якісної суміші.

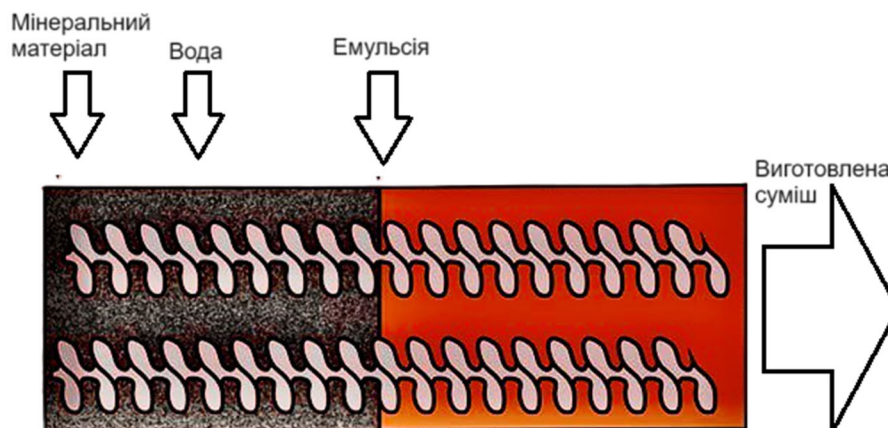


Рисунок 2 – Комплексна схема
Figure 2 – Comprehensive scheme

2. Роздільна схема:

- попередня обробка заповнювача в'язучим (рис. 3) дрібна фракція (0/d) обробляється органічним в'язучим, а саме емульсією або гарячим бітумом і далі зберігається в штабелі. Заключне перемішування відбувається в холодному змішувачі, причому заповнювач вводиться в центральну частину мішалки після об'єднання крупної фракції (d/D) з емульсією;

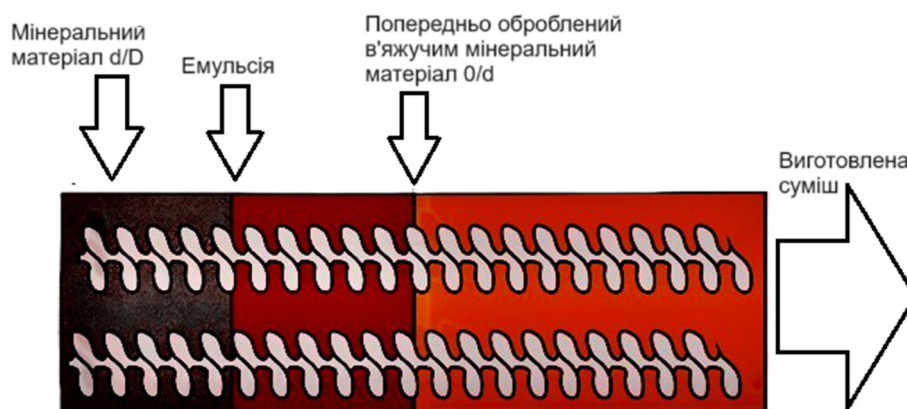


Рисунок 3 – Роздільна схема, попередня обробка заповнювача (0/d) в'язучим
Figure 3 – Separate scheme, preliminary treatment of the aggregate (0/d) with a binder

- попередня обробка заповнювача в'язучим (рис. 4): крупна фракція (d/D) обробляється органічним в'язучим і далі зберігається у штабелі. Заключне перемішування відбувається у холодному змішувачі за комплексною схемою.

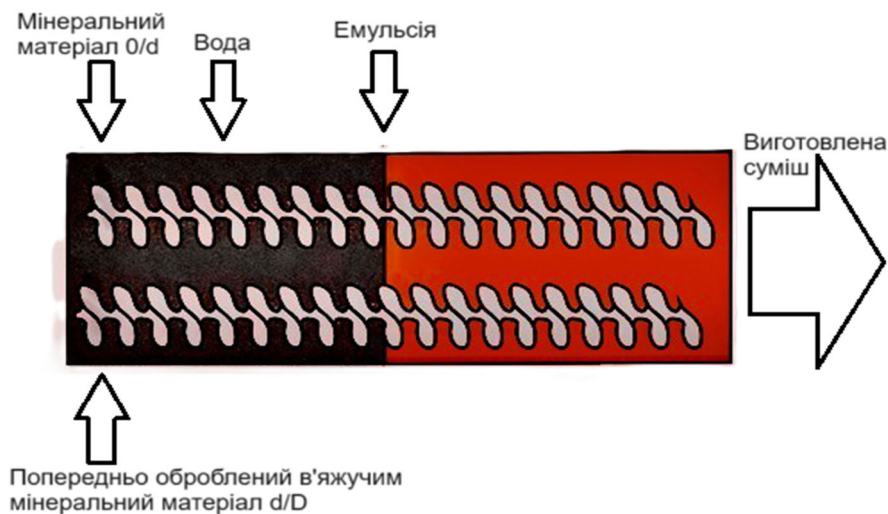


Рисунок 4 – Роздільна схема, попередня обробка заповнювача (d/D) в'язучим
Figure 4 – Separate scheme, preliminary treatment of the aggregate (d/D) with a binder

- попередня обробка заповнювача хімічним реагентом (рис. 5 - 6): дрібна фракція (0/d) обробляється хімічним реагентом і зберігається в штабелі, або за наявності другого змішувача після обробки відразу подається для остаточного перемішування за комплексною схемою або в центральну частину мішалки.

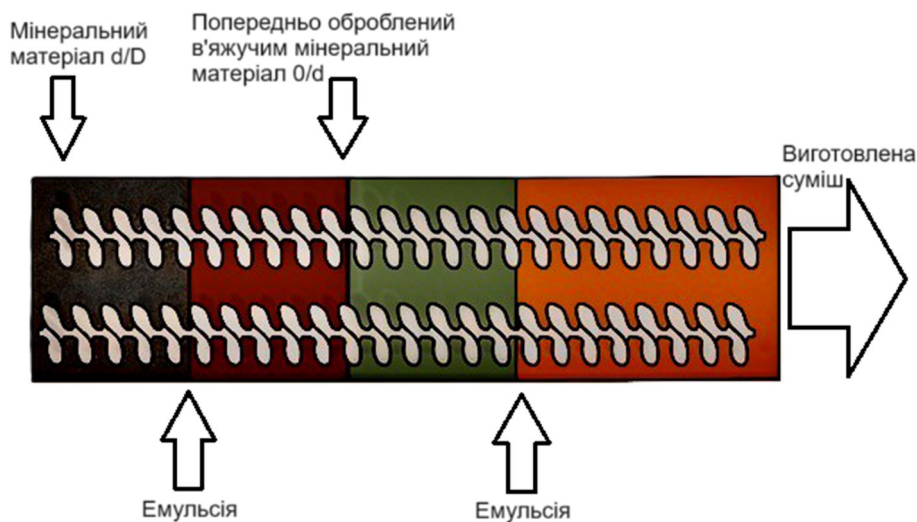


Рисунок 5 – Роздільна схема, попередня обробка заповнювача (0/d) хімічним реагентом
Figure 5 – Separate scheme, preliminary treatment of the aggregate (0/d) with a chemical reagent

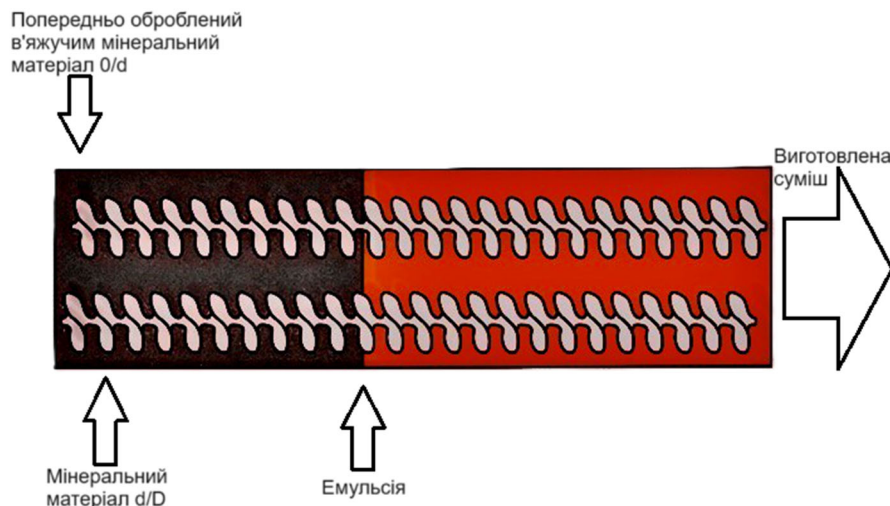


Рисунок 6 – Роздільна схема, попередня обробка заповнювача (0/d) хімічним реагентом
Figure 6 – Separate scheme, preliminary treatment of the aggregate (0/d) with a chemical reagent

- роздільна попередня обробка крупного заповнювача (d/D) та дрібного заповнювача (0/d) (рис. 7): фракції окремо обробляються в'язучим і далі зберігаються у штабелях. Остаточне перемішування відбувається у холодному змішувачі за комплексною схемою.

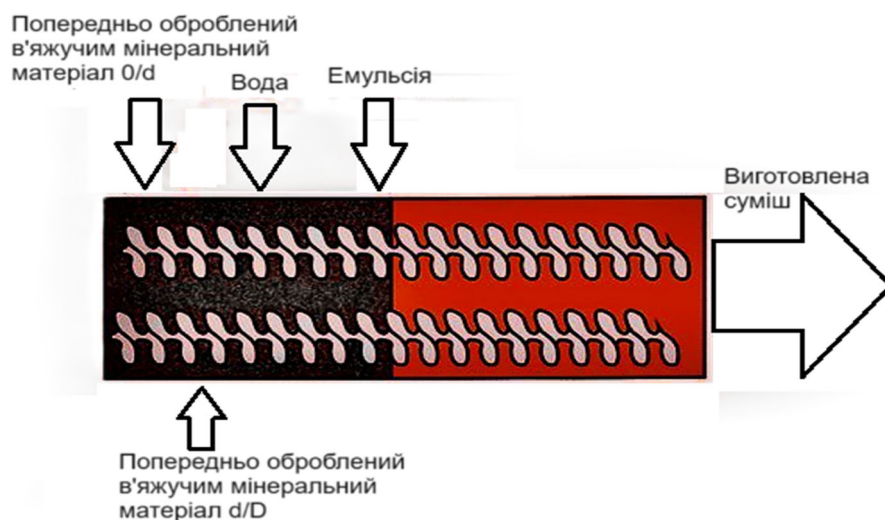


Рисунок 7 – Роздільна схема: роздільна попередня обробка крупного та дрібного заповнювача в'язучим

Figure 7 – Separate scheme: separate preliminary treatment of coarse and fine aggregate with a binder

3. Послідовна схема (рис. 8): крупна фракція (d/D) обробляється в'яжучим у передній частині мішалки, дрібна фракція ($0/d$) подається в задню частину мішалки, де перемішується з емульсією та при необхідності з добавками.

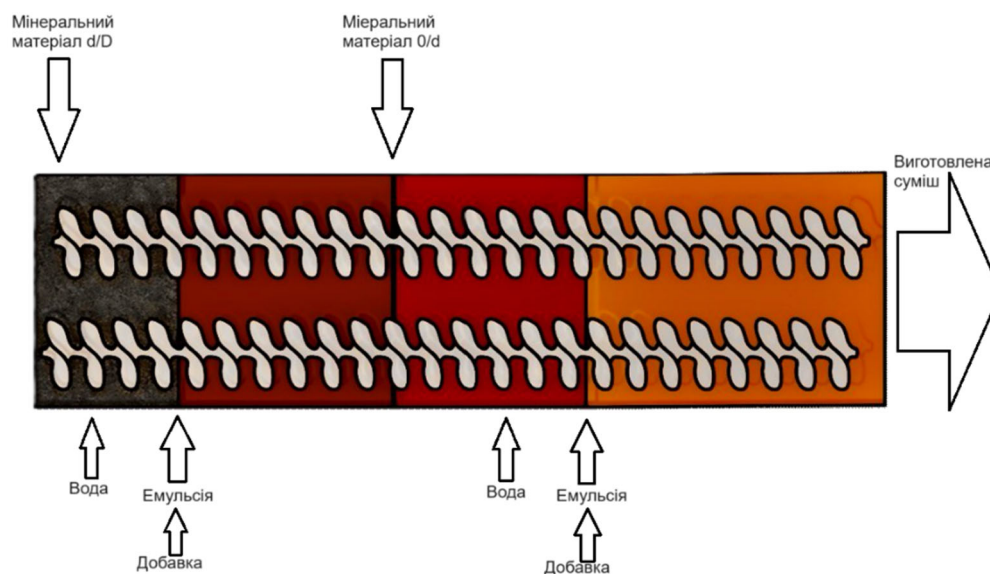


Рисунок 8 – Послідовна схема
Figure 8 – Sequential scheme

Як видно з вищевикладеного, процес виготовлення всіх емульсійно-мінеральних сумішей поєднує те, що останньою технологічною операцією є змішання мінеральної частини з бітумною емульсією, що і визначає ряд особливостей.

До особливостей емульсійно-мінеральних сумішей належать:

- наявність води на всіх фазах існування;
- іонне середовище;
- фізична та хімічна взаємодія між бітумною емульсією та мінеральними матеріалами;
- у початковій фазі існування суміші в'яжуча речовина знаходиться у формі з'єднаних сферичних частинок бітуму;
- природа дорожнього моноліту, що змінюється, з емульсійно-мінеральною сумішшю.

У гарячих сумішах взаємодія між мінеральним матеріалом та бітумом є головним чином фізичною. В емульсійно-мінеральних сумішах в'яжуче не тільки активно фізичне, а й хімічне, оскільки воно іонізоване складовими водної фази. Між мінеральним матеріалом та емульсією відбувається низка реакцій. На (рис. 9) зображено процес взаємодії емульсії з різними мінеральними матеріалами [23].

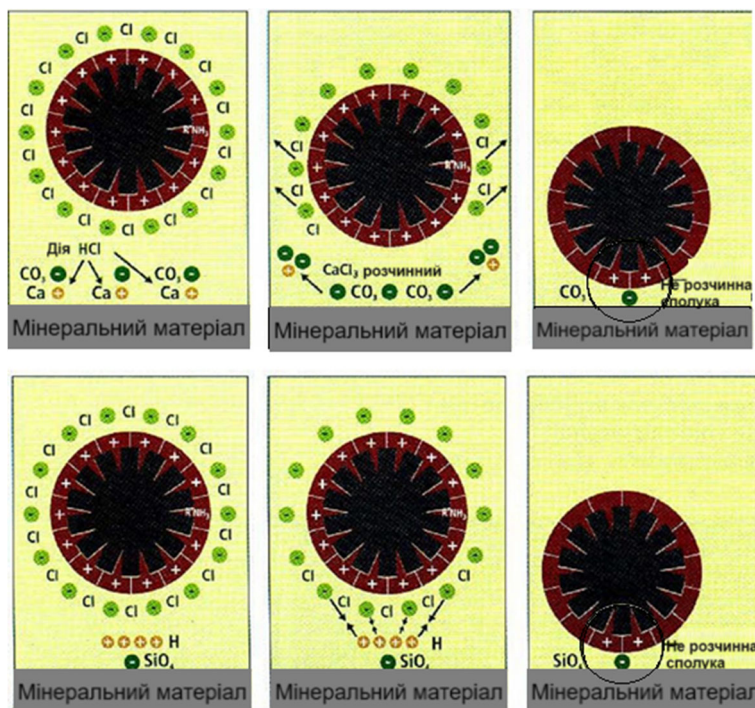


Рисунок 9 – Розпад катіонної бітумної емульсії
Figure 9 – Breakdown of cationic bitumen emulsion

Висновок

Холодна емульсійно-мінеральна суміш це суміш отримана шляхом змішування бітумної емульсії, заповнювачів і наповнювача в мобільних або стаціонарним установках при температурі навколишнього середовища.

Холодна емульсійно-мінеральна суміш є перспективним матеріалом, застосування якого може зменшити споживання енергії, викиди парникових газів і підвищити економічну ефективність.

Було проаналізовано закордонний досвід отримання холодних емульсійно-мінеральних сумішей, а саме особливості їх виробництва, вибір заповнювачів, наповнювачів та цементу, вміст бітумної емульсії, процедури змішування та набрання міцності, дану суміш можливо застосовувати для автомобільних доріг з низькою інтенсивністю руху.

Використання холодних емульсійно-мінеральних сумішей може бути актуальне для відновлення автомобільних доріг особливо місцевого значення.

Перелік посилань

1. Gschösser F. Environmental Assessment of Road Constructions: Life Cycle Assessment of Swiss Road Pavements and an Accompanying Analysis of Construction and Maintenance Costs. ETH Zurich, 2011.
2. Huang Y, Bird RN, Heidrich O. A review of the use of recycled solid waste materials in asphalt pavements. Resour Conserv Recycl 2007;52:58–73. doi:10.1016/j.resconrec.2007.02.002.
3. Roberts FL, Mohammad LN, Wang LB. History of Hot Mix Asphalt Mixture Design in the United States. J Mater Civ Eng 2002;14:279–93. doi:10.1061/(ASCE)0899-1561(2002)14:4(279).

4. Skolnik J, Brooks M, Oman J. REPORT 744 Fuel Usage Factors in Highway and Bridge Construction. 2013.
5. D'Angelo J, Harm E, Bartoszek J, Baumgardner G, Corrigan M, Cowser J, et al. Warm-Mix asphalt: European Practice. 2008.
6. Sullivan EJ, Moss A. Paving Cost Comparisons : Warm-Mix Asphalt Versus Concrete. PCA Mark Intell 2014.
7. Chappat M, Bilal J. The environmental road of the future: energy consumption and greenhouse gas emission. 2003.
8. Chehovits J, Galehouse L. Energy usage and greenhouse gas emissions of pavement preservation processes for asphalt concrete pavements. First Int. Conf. Pavement Preserv., 2010, p. 27–42. doi:http://www.techtransfer.berkeley.edu/icpp/papers/65_2010.pdf.
9. Pidwerbesky B, Beuysen A, Bono J De. Low Emissions Asphalt – Experience to date. 13th Int'l Flex. Pavements Conf., 2009
10. Al Nageim H, Al-Busaltan SF, Atherton W, Sharples G. A comparative study for improving the mechanical properties of cold bituminous emulsion mixtures with cement and waste materials. Constr Build Mater 2012; 36:743–8.
11. Cheng L. Developing Evaluation Method of Moisture Susceptibility for Cold Mix Asphalt. University of Wisconsin – Madison, 2013.
12. Khalid HA, Monney OK. Moisture damage potential of cold asphalt. Int J Pavement Eng 2009;
13. Olard F, Noan CL, Bedunean E, Romier A. Low energy asphalts for sustainable road construction. 4th Eurasphalt Eurobitume Congr., 2008, p. 21–3.
14. Partl MN. Sustainable development through asphalt recycling in Switzerland. Int. Work. ISAP Tech. Comm. APE Asph. Pavements Environ., 2010.
15. D. R. Salomon, Asphalt emulsion technology. Transportation Research Board, Washington, DC, 2006.
16. D. Swiertz, P. Johannes, L. Tashman, H. Bahia, Evaluation of laboratory coating and compaction procedures for cold mix asphalt, J Assoc Asph Paving Technol (2012).
17. S. Oruc, F. Celik, M. V. Akpınar, Effect of cement on emulsified asphalt mixtures, J Mater Eng Perform (2007) 16: 578–583.
18. A. W. Hefer, Adhesion in bitumen-aggregate systems and quantification of the effects of water on the adhesive bond, PhD Thesis, Texas A&M University, 2004.
19. X. Fang, F. Winnefeld, P. Lura, Precipitation of anionic emulsifier with ordinary Portland cement, J Colloid Interface Sci (2016).
20. X. Fang, A. Garcia, F. Winnefeld, M. N. Partl, P. Lura, Impact of rapidhardening cements on mechanical properties of cement bitumen emulsion asphalt, Mater Struct (2016) 49: 487–498.
21. S. F. Brown, D. Needham, A Study of Cement Modified Bitumen Emulsion Mixtures, Proc Association of Asphalt Paving Technologists, 2000, 1–22.
22. Bitumen Emulsion / under the coordination M. Cyna, M.-F. Ossola//RGRA, USIRF, Routes de France, SFERB. – Paris. – 2008. – ISBN 2-913414-49-4.
23. Advantages, peculiarities and mysteries of emulsion Cold mixes / J.-P. Serfass//RGRA. – 2002. – January. – № 802.

OVERVIEW OF TECHNOLOGIES FOR OBTAINING COLD EMULSION-MINERAL MIXTURES

Golovchenko Vasily S., is a graduate student of the Department of Transport Construction and Property Management of the National Transport University. E-mail: vasiagolovchenko05@gmail.com, phone +380997230304, <https://orcid.org/0000-0001-5078-8682>.

Abstract. The use of cold emulsion-mineral mixture (CBEM) instead of hot asphalt concrete mixture (HMA) has several advantages. Benefits include saving materials and reducing energy consumption, protecting the environment and reducing costs. Cold mixture obtained by mixing mineral aggregate with bitumen emulsion. Despite the efforts made over the last few decades to improve and develop CBEM, certain disadvantages remain that make it inferior to HMA, leading to the limitation or minimization of its use. However, the development of CBEM for road construction, reconstruction and maintenance is constantly gaining interest in both the industrial and research sectors of road construction.

Researchers in the field of road construction are constantly looking for ways to reduce energy consumption, greenhouse gas emissions and increase cost efficiency. Cold emulsion-mineral mixture is the result of research in this direction during the last few decades. CBEM is a mixture obtained by mixing bitumen emulsion, aggregates and filler at ambient temperature. Using CBEM, it is possible to achieve 95% energy savings compared to the production of HMA. The disadvantages of cold mixture are also obvious. Because the water must evaporate from the bitumen emulsion for the bitumen to adhere to the aggregates, the cold mix may take several weeks to reach its full strength. This can result in lower initial strength and high porosity compared to conventional hot mix asphalt. Also, because of the water in the mix, potential moisture damage and durability are concerns. As a result, CBEM was rarely used as a structural layer of the roof.

Key words: cold emulsion-mineral mixture, hot asphalt-concrete mixture, emulsion-mineral mixture.

References

1. Gschösser F. Environmental Assessment of Road Constructions: Life Cycle Assessment of Swiss Road Pavements and an Accompanying Analysis of Construction and Maintenance Costs. ETH Zurich, 2011. [in English].
2. Huang Y, Bird RN, Heidrich O. A review of the use of recycled solid waste materials in asphalt pavements. *Resour Conserv Recycl* 2007;52:58–73. doi:10.1016/j.resconrec.2007.02.002. [in English].
3. Roberts FL, Mohammad LN, Wang LB. History of Hot Mix Asphalt Mixture Design in the United States. *J Mater Civ Eng* 2002;14:279–93. doi:10.1061/(ASCE)0899-1561(2002)14:4(279). [in English].
4. Skolnik J, Brooks M, Oman J. REPORT 744 Fuel Usage Factors in Highway and Bridge Construction. 2013. [in English].
5. D'Angelo J, Harm E, Bartoszek J, Baumgardner G, Corrigan M, Cowser J, et al. Warm-Mix asphalt: European Practice. 2008. [in English].
6. Sullivan EJ, Moss A. Paving Cost Comparisons : Warm-Mix Asphalt Versus Concrete. PCA Mark Intell 2014. [in English].
7. Chappat M, Bilal J. The environmental road of the future: energy consumption and greenhouse gas emission. 2003. [in English].

8. Chehovits J, Galehouse L. Energy usage and greenhouse gas emissions of pavement preservation processes for asphalt concrete pavements. First Int. Conf. Pavement Preserv., 2010, p. 27–42. doi:http://www.techtransfer.berkeley.edu/icpp/papers/65_2010.pdf. [in English].
9. Pidwerbesky B, Beuysen A, Bono J De. Low Emissions Asphalt – Experience to date. 13th Int'l Flex. Pavements Conf., 2009[in English].
10. Al Nageim H, Al-Busaltan SF, Atherton W, Sharples G. A comparative study for improving the mechanical properties of cold bituminous emulsion mixtures with cement and waste materials. Constr Build Mater 2012; 36:743–8. [in English].
11. Cheng L. Developing Evaluation Method of Moisture Susceptibility for Cold Mix Asphalt. University of Wisconsin – Madison, 2013. [in English].
12. Khalid HA, Monney OK. Moisture damage potential of cold asphalt. Int J Pavement Eng 2009;
13. Olard F, Noan CL, Bedunean E, Romier A. Low energy asphalts for sustainable road construction. 4th Euraspalt Eurobitume Congr., 2008, p. 21–3. [in English].
14. Partl MN. Sustainable development through asphalt recycling in Switzerland. Int. Work. ISAP Tech. Comm. APE Asph. Pavements Environ., 2010. [in English].
15. D. R. Salomon, Asphalt emulsion technology. Transportation Research Board, Washington, DC, 2006. [in English].
16. D. Swiertz, P. Johannes, L. Tashman, H. Bahia, Evaluation of laboratory coating and compaction procedures for cold mix asphalt, J Assoc Asph Paving Technol (2012). [in English].
17. S. Oruc, F. Celik, M. V. Akpinar, Effect of cement on emulsified asphalt mixtures, J Mater Eng Perform (2007) 16: 578–583. [in English].
18. A. W. Hefer, Adhesion in bitumen-aggregate systems and quantification of the effects of water on the adhesive bond, PhD Thesis, Texas A&M University, 2004. [in English].
19. X. Fang, F. Winnefeld, P. Lura, Precipitation of anionic emulsifier with ordinary Portland cement, J Colloid Interface Sci (2016). [in English].
20. X. Fang, A. Garcia, F. Winnefeld, M. N. Partl, P. Lura, Impact of rapidhardening cements on mechanical properties of cement bitumen emulsion asphalt, Mater Struct (2016) 49: 487-498. [in English].
21. S. F. Brown, D. Needham, A Study of Cement Modified Bitumen Emulsion Mixtures, Proc Association of Asphalt Paving Technologists, 2000, 1–22. [in English].
22. Bitumen Emulsion / under the coordination M. Cyna, M.-F. Ossola//RGRA, USIRF, Routes de France, SFERB. – Paris. – 2008. – ISBN 2-913414-49-4. [in English].
23. Advantages, peculiarities and mysteries of emulsion Cold mixes / J.-P. Serfass//RGRA. – 2002. – January. – № 802. [in English].

ВИЗНАЧЕННЯ ПРІОРИТЕТНОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ З УРАХУВАННЯМ ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ

DETERMINATION OF THE PRIORITY OF RESTORATION OF TRANSPORTATION INFRASTRUCTURE OBJECTS TAKING INTO ACCOUNT EXPERT ASSESSMENT



Медведєв Костянтин Володимирович, кандидат фізико-математичних наук, доцент, професор кафедри мостів, тунелів та гідротехнічних споруд, Національний транспортний університет, Київ, Україна, e-mail: kvmedvediev@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-0704-7093>.



Євсейчик Юрій Борисович, кандидат фізико-математичних наук, доцент, професор кафедри мостів, тунелів та гідротехнічних споруд, Національний транспортний університет, Київ, Україна, e-mail: jura_ntu@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0002-3507-4734>



Янчук Леонід Леонідович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри мостів, тунелів та гідротехнічних споруд, Національний транспортний університет, Київ, Україна, e-mail: leonid.ianchuk@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-1269-1251>



Корецький Андрій Сергійович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри мостів, тунелів та гідротехнічних споруд, Національний транспортний університет, Київ, Україна, e-mail: andriy.koretskyi@ntu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0003-0307-0306>



Рубльов Андрій Валерійович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри мостів, тунелів та гідротехнічних споруд, Національний транспортний університет, Київ, Україна, e-mail: rublev@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0002-4142-1325>



Паровенко Оксана Микитівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри мостів, тунелів та гідротехнічних споруд, Національний транспортний університет, Київ, Україна, e-mail: olenik.lia@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-8872-8415>

Анотація: У роботі запропоновано підхід до визначення експертного оцінювання моста в цілому з урахуванням дефектів, які виникли в результаті експлуатування та в наслідок непередбачених проєктом обставин (воєнних дій), що призвели до переходу споруди до 5-го експлуатаційного стану. На відміну від методики, наведеної у чинних нормативних документах, автори пропонують доповнити процедуру визначення експертного оцінювання, в частині зменшення балів ΔE , урахуванням ступеню зруйнованості елементів споруди та змінити діапазон балів експертного оцінювання. Це дасть змогу оцінити вплив від частки пошкоджених елементів, ефективно визначити загальний ступінь руйнації споруди та надасть можливість прийняття обґрунтованих рішень щодо характеру, послідовності та пріоритетності проведення ремонтних, відновлюваних робіт або необхідності побудови нової споруди.

Планування відновлення мостів має базуватись на розумінні економічних можливостей нашої держави. Завдяки запропонованому підходу є можливість більш ефективно планувати відновлювальні роботи залежно від ступеню руйнації споруди, надавши економічного змісту коефіцієнтам впливу, що дозволить раціональне використання коштів.

Ключові слова: експертне оцінювання, експлуатаційні стани, дефекти, пошкодження, відновлення, коефіцієнти впливу, руйнування конструкцій.

Вступ. Дорожня інфраструктура України відіграє значну роль в організації забезпечення матеріальними ресурсами народного господарства та населення України. В результаті воєнних дій на території України споруди на дорогах та й сама дорога зазнали значних руйнувань. Післявоєнна відбудова відкриває унікальні можливості для радикальної модернізації економіки країни та проведення структурних реформ. Курс структурних трансформацій та економічної реконструкції має бути спрямовано на європейську перспективу та наближати країну до повноправного членства в Європейському Союзі. Тому було розпочато роботу міжнародних та європейських банківських установ над формуванням низки спеціалізованих Фондів відновлення України в зв'язку зі збройною агресією.

В Україні активно відбувається накопичення коштів для вирішення найгостріших проблем, спричинених війною. Серед них - підтримка малого та середнього бізнесу, відновлення економіки, підтримка армії, відновлення майна та зруйнованої інфраструктури тощо. Однак, оцінювання збитків ще не завершено через обмежений доступ до окремих територій та постійного зростання кількості зруйнованих об'єктів у зв'язку зі збройною агресією, яка ще триває.

Мости, водопропускні труби, захисні інженерні конструкції є одними з найскладніших елементів транспортної інфраструктури, та є такими, що мають значну вартість.

Зруйновані об'єкти унеможливають або обмежують рух транспортними спорудами, що, в свою чергу, завдає великих матеріальних і соціальних збитків суспільству. Для прискорення процесу відновлення транспортної інфраструктури, слід було б розробити алгоритми, які б сприяли прийняттю економічно обґрунтованих рішень з питань побудови нової споруди або доцільності проведення її ремонтування. Саме це й було мотивацією для написання цієї статті.

Матеріали та методи. Стаття носить науковий характер. У статті використовується системний підхід, який представляє собою сукупність загальнонаукових методологічних принципів щодо оцінювання технічного стану всієї конструкції мосту з урахуванням непередбачених проєктом обставин (воєнних дій).

Експертна експлуатаційна оцінка E служить показником необхідності виконання певних експлуатаційних заходів або прийняття рішень щодо необхідності цих заходів, коректне визначення експлуатаційного стану споруди з урахуванням дефектів, що виникли внаслідок старіння та її руйнації. В роботі наведено теоретичне формулювання цієї проблеми з наведенням конкретних прикладів.

Метою роботи є Розроблення алгоритму, який сприятиме прийняттю обґрунтованих рішень з проведення відновлювальних робіт транспортних споруд на дорогах. Це передбачає проведення певних заходів щодо визначення технічного стану об'єктів інфраструктури.

Для надання формалізованого підходу до визначення інтегрального експертного оцінювання стану споруди, яку було піддано зовнішньому впливу внаслідок військових дій, та для ранжування її місця у рамках певної класифікації споруд щодо фактичних показників руйнації, пропонується взяти за основу методику, яку наведено в [1].

Це дозволить більш раціонально планувати видатки на ремонтування, реконструювання або будівництва нового моста, розставити пріоритети серед запропонованих варіантів відновлення, а також визначити можливості для проведення ремонтних робіт за певними схемами.

Виклад основного матеріалу. На першому етапі оцінювання споруду пропонується умовно поділити на дві частини. Одна частина споруди – це частина, яка зазнала зовнішнього впливу безпосередньо від військових дій і має значні пошкодження та певну руйнацію. Інша частина - частина споруди, яка залишилась неушкодженою, або зазнала часткових уражень, але наявні ушкодження незначною мірою впливають на роботу конструкції в цілому.

Згідно з чинними нормативними документами загальний технічний стан мостової споруди визначають за станом семи груп елементів:

- 1 - прогонова будова;
- 2 - опора та опорні частини;
- 3 - фундамент;
- 4 - проїзна частина;
- 5 - підходи;
- 6 - підмостове русло;
- 7 - регуляційні споруди.

У випадку шляхопроводу або естакади очевидно, що елементи 6 і 7 будуть відсутні. Послідовність елементів зазначено в порядку ступеню їхнього впливу на технічний стан конструкції мосту - від більшого (прогонові будови) до найменшого (регуляційні споруди). Три перші групи елементів, а саме прогонова будова, опора та фундамент є визначальними, бо саме вони найбільше впливають на загальний технічний стан усієї споруди. Останні чотири групи елементів мають менший вплив на технічний стан мосту. Отже загальний стан споруди визначається як найгірший стан визначального елементу (прогонової будови, опори або фундаменту).

Згідно чинного ДСТУ [1], конструкція може перебувати в таких станах

- 1 – справний;
- 2 – обмежено справний;
- 3 – працездатний;
- 4 – обмежено працездатний;
- 5 – непрацездатний.

Таким чином, якщо стан прогонової будови $D_1=2$, стан опори - $D_2=1$, стан фундаменту - $D_3=4$ вважається, що весь мостовий перехід знаходиться у четвертому експлуатаційному стані, відповідно до “теорії слабкої ланки”.

Експлуатаційне оцінювання моста в цілому є узагальненою характеристикою експлуатаційної придатності з урахуванням стану всіх його елементів. Кількісним показником експертного визначення технічного стану споруди (мостового переходу в цілому) є формалізована експертна оцінка (рейтинг),

яка визначається за шкалою безрозмірних коефіцієнтів E у балах від 100 до 20. Для кожного із 5 станів в якому може перебувати конструкція величина E змінюється в таких межах:

Стан 1 у межах $100 > E \geq 95$;

Стан 2 у межах $95 > E \geq 80$;

Стан 3 у межах $80 > E \geq 60$;

Стан 4 у межах $60 > E \geq 40$;

Стан 5 у межах $40 > E \geq 20$.

Експертна експлуатаційна оцінка E служить показником необхідності виконання певних експлуатаційних заходів і тому потребує коректного визначення.

Відповідно до [1] експлуатаційна оцінка E розраховується за формулою

$$E = E_i - \Delta E_i, \quad (1)$$

де E_i – верхня межа інтервалу зміни експертної оцінки для i -го експлуатаційного стану, в якому знаходиться конструкція в цілому для кожного стану є:

$$E_1 = 100; E_2 = 95; E_3 = 80; E_4 = 60; E_5 = 40 \quad (2)$$

ΔE_i – величина зменшення балів експертної оцінки за рахунок станів усіх груп елементів визначається за формулою:

$$\Delta E_i = c_i \sum_{k=1}^7 \alpha_k (D_k - 1), \quad (3)$$

де D_k – номер експлуатаційного стану, в якому перебуває k -та група конструктивних елементів (у даному випадку $k = \overline{1,7}$) згідно з класифікацією, наведеною в ДСТУ [1];

α_i – нормалізовані коефіцієнти впливу складових на загальний стан конструкції;

c_i – коефіцієнт пропорційності, який визначається з рівняння (3) за умови, що ΔE_i приймає максимально можливе значення в інтервалі своєї зміни для i -го стану. Отже при розрахунку c_i приймається, що $D_1 = D_2 = D_3 = i$ ($i = \overline{1,5}$), $D_4 = D_5 = D_6 = D_7 = 5$, таким чином отримуємо:

$$\begin{aligned} c_1 &= \frac{\Delta E_{1,\max}}{4(\alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_6 + \alpha_7)}; \\ c_2 &= \frac{\Delta E_{2,\max}}{(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3) + 4(\alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_6 + \alpha_7)}; \\ c_3 &= \frac{\Delta E_{3,\max}}{2(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3) + 4(\alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_6 + \alpha_7)}; \\ c_4 &= \frac{\Delta E_{4,\max}}{3(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3) + 4(\alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_6 + \alpha_7)}; \\ c_5 &= \frac{\Delta E_{5,\max}}{4} = \frac{20}{4} = 5,0 \end{aligned} \quad (4)$$

де $\Delta E_{i,\max}$ – максимальне зменшення величини експертного оцінювання в межах одного стану конструкції i

$$\Delta E_{i,\max} = E_i - E_{i-1} \quad (5)$$

Таким чином, враховуючи (2) із (5) отримуємо

$$\Delta E_{1,max}=5, \Delta E_{2,max}=15, \Delta E_{3,max}=20, \Delta E_{4,max}=20, \Delta E_{5,max}=20 \quad (6)$$

Таке оцінювання застосовується для споруд, що отримали пошкодження в процесі природної деградації. При проведенні військових дій, руйнації можуть зазнати всі елементи споруди, але, як відмічено вище, вирішальна роль при визначенні загального стану споруди надається стану визначальних елементів.

Враховуючи, що частину визначальних елементів може бути зруйновано, пропонується частку зруйнованих визначальних елементів знаходити за таким алгоритмом. Для зруйнованих прогонових будов визначати її як частку від ділення довжини зруйнованих прогонових будов на повну сумарну довжину прогонових будов мосту. Для зруйнованих опор та фундаментів – як частку від ділення кількості зруйнованих опор або фундаментів на сумарну кількість опор або фундаментів мосту відповідно.

Частку незруйнованих визначальних елементів пропонується знаходити аналогічно.

Відповідно до положень вищенаведеного нормативного документу [1] експертну експлуатаційну оцінку технічного стану споруди, яка знаходиться у 5 експлуатаційному стані, визначають у межах безрозмірних коефіцієнтів у діапазоні $40 \div 20$ балів. Такий діапазон не дозволяє ефективно оцінити загальний ступінь руйнації споруди та можливості прийняття рішень щодо характеру проведення ремонтних, відновлюваних робіт або побудови нової споруди. Тому пропонується цей діапазон змінити на діапазон від 40 до 0 балів. Це дозволить більш ефективно планувати відновлювальні роботи в залежності від ступеню руйнації споруди. Таким чином величина $\Delta E_{5,max}$ (6) збільшується і буде дорівнювати $\Delta E_{5P,max} = 40$. Відповідно до цього також зміниться і величина коефіцієнта пропорційності c_5 (позначимо його через c_{5P}). Згідно (4) він буде дорівнювати $c_{5P} = 10$.

Відновлювальні роботи пропонується розділити на три групи:

- споруда зазнала значних руйнувань і її відновлення недоцільно ($E = 0 \div 15$ балів);
- споруда зазнала значних руйнувань і її відновлення можливе з урахуванням економічної доцільності ($E = 16 \div 30$ балів);
- споруда зазнала незначних руйнувань і її відновлення економічно обґрунтовано ($E = 31 \div 40$ балів).

Оскільки у випадку штучної руйнації, споруда буде знаходитись в 5-тому (непрацездатному) стані, загальну експертну оцінку E технічного стану розраховують за формулою:

$$E = E_5 - \Delta E_{5P}, \quad (7)$$

де ΔE_{5P} – величина зменшення величини балів експертного оцінювання з урахуванням станів усіх груп неушкоджених та ушкоджених елементів.

Цю величину зменшення ΔE_{5P} пропонується визначати за формулою :

$$\Delta E_{5P} = c_{5P} \left[\sum_{i=1}^7 \alpha_i K_{iP} (D_i - 1) \right] + c_5 \left[\sum_{i=1}^7 \alpha_i (1 - K_{iP}) (D_i - 1) \right] \quad (8)$$

K_{iP} - коефіцієнт, який визначає частку зруйнованої величини i - тої групи елементу, по відношенню до загальної величини цієї ж групи елементів споруди;

$(1 - K_{iP})$ - коефіцієнт, який визначає частку незруйнованої i - тої групи елементів, по відношенню до загальної величини цієї ж групи елементів споруди;

α_i - нормалізовані коефіцієнти впливу кожної групи елементів на технічний стан споруди в цілому.

Як можна бачити, доданки у правій частині рівності (8) визначають величину зменшення рейтингу за рахунок зруйнованих та незруйнованих частин конструкції. У випадку, коли $K_{ip} = 0$ (жодного елемента мосту не зруйновано) із (8) отримуємо відповідне співвідношення (3), а у випадку $K_{ip} = 1$ (зруйновані всі елементи) із (8) отримуємо, що $\Delta E_{sp} = \Delta E_{5, \max} = 40$, а відповідна експертна оцінка (7) набуває свого мінімального значення $E = 0$.

Для визначення відносних вагових коефіцієнтів впливу в роботі використано підхід, заснований на методі аналізу ієрархій [3]. Визначення даних коефіцієнтів наведено в роботі [4] і представлено у вигляді таблиці 1.

Таблиця 1 – Рекомендовані значення вагових коефіцієнтів α_i

Table 1 – Recommended values of the weighting coefficients α_i

Елемент		Прогонова будова	Опора та опорні частини	Фундамент	Проїзна частина	Підходи	Підмостове русло	Регуляційні споруди
Коефіцієнт впливу α_i	Міст через водну перешкоду	0,30	0,24	0,24	0,10	0,05	0,04	0,03
	Міст без регуляційних споруд	0,31	0,25	0,25	0,10	0,05	0,04	-
	Шляхопровід, естакада, віадук	0,33	0,26	0,26	0,11	0,04	-	-

Як зазначено в [4], залежно від думки експерта, який проводить оцінювання конструкції, може бути отримано й інші значення коефіцієнтів впливу α_i . Зауважимо, що в загальному випадку ці коефіцієнти можуть відображати економічний, технічний, вартісний впливи тощо.

Для дослідження запропонованого підходу до визначення експертного оцінювання було проведено низку нижче наведених розрахунків, що ґрунтуються на обстеження реальних об'єктів.

Приклад 1



Рисунок 1 – Міст через р. Ірпін

Figure 1 – The bridge over the Irpin river

Таблиця 2 – Стан по групах елементів (приклад 1)

Table 2 – Status by groups of elements (example 1)

Стан за групами не зруйнованих елементів						
Прогонов а будова	Опора та опорні частини	Фундамент	Проїзна частина	Підходи	Підмостове русло	Регуляційні споруди
4	4	2	4	4	2	
Стан за групами зруйнованих елементів						
5	5	5	5	4	2	

Вагові коефіцієнти за групами елементів (Таблиця 1)

Таблиця 3 – Вихідні дані та розрахунки (приклад 1)

Table 3 – Initial data and calculations (example 1)

Прогонова будова	Загальна довжина елементів, м	Довжина пошкоджених елементів, м	Відношення пошкодженої довжини до загальної, K_{1P}	Відношення не пошкодженої довжини до загальної, $(1-K_{1P})$
	101,00	33,52	0,33	0,67
Опори	Загальна кількість, шт.	Кількість пошкоджених елементів, шт.	Відношення пошкоджених елементів до загальної кількості, K_{2P}	Відношення не пошкоджених елементів до загальної кількості, $(1-K_{2P})$
	7	2	0,29	0,71
Фундаменти	Загальна кількість, шт.	Кількість пошкоджених елементів, шт.	Відношення пошкоджених елементів до загальної кількості, K_{3P}	Відношення не пошкоджених елементів до загальної кількості, $(1-K_{3P})$
	7	2	0,29	0,71
Проїзна частина	Загальна довжина елементів, м	Довжина пошкоджених елементів, м	Відношення пошкодженої довжини до загальної, K_{4P}	Відношення не пошкодженої довжини до загальної, $(1-K_{4P})$
	101,00	33,52	0,33	0,67
Підходи	Загальна довжина елементів, м	Довжина пошкоджених елементів, м	Відношення пошкодженої довжини до загальної, K_{5P}	Відношення не пошкодженої довжини до загальної, $(1-K_{5P})$
				1,00
Підмостове русло	Загальна довжина елементів, м	Довжина пошкоджених елементів, м	Відношення пошкодженої довжини до загальної, K_{6P}	Відношення не пошкодженої довжини до загальної, $(1-K_{6P})$
			0,00	1,00
Регуляційні споруди	Загальна довжина елементів, м	Довжина пошкоджених елементів, м	Відношення пошкодженої довжини до загальної, K_{7P}	Відношення не пошкодженої довжини до загальної, $(1-K_{7P})$
			0,00	1,00

Коефіцієнт пропорційності для не зруйнованої частини споруди - $c_5 = 5$.

Коефіцієнт пропорційності для зруйнованої частини споруди - $c_{5P} = 10$.

Рейтингове оцінювання стану мосту за групами зруйнованих елементів $D = 5$,

Верхня межа інтервалу зміни експлуатаційного оцінювання для 5-го стану:

$$E_i = 40,$$

$$\Delta E_5 = c_{5P} \left[\sum_{i=1}^7 \alpha_i K_{iP} (D_i - 1) \right] + c_5 \left[\sum_{i=1}^7 \alpha_i (1 - K_{iP}) (D_i - 1) \right]$$

$$\Delta E_i = 20,61$$

$$E = E_i - \Delta E_i = 40 - 20,61 = 20,21$$

Приклад 2



Рисунок 2 – Міст через р. Ірпін (правий)
Figure 2 – The bridge over the Irpin river (right)

Таблиця 4 – Стан по групах елементів (приклад 2)

Table 4 – Status by groups of elements (example 2)

Стан за групами не зруйнованих елементів						
Прогонова будова	Опора та опорні частини	Фундамент	Проїзна частина	Підходи	Підмостове русло	Регуляційні споруди
4	4	2	4	4	3	0
Стан за групами зруйнованих елементів						
5	5	5	5	4	3	0

Вагові коефіцієнти за групами елементів (Таблиця 1)

Таблиця 5 – Вихідні дані та розрахунки (приклад 2)

Table 5 – Initial data and calculations (example 2)

Прогонова будова	Загальна довжина елементів, м	Довжина пошкоджених елементів, м	Відношення пошкодженої довжини до загальної, K_{1P}	Відношення не пошкодженої довжини до загальної, $(1-K_{1P})$
	111,50	44,32	0,40	0,60
Опори	Загальна кількість, шт.	Кількість пошкоджених елементів, шт.	Відношення пошкоджених елементів до загальної кількості, K_{2P}	Відношення не пошкоджених елементів до загальної кількості, $(1-K_{2P})$
	5	2	0,40	0,60
Фундаменти	Загальна кількість, шт.	Кількість пошкоджених елементів, шт.	Відношення пошкоджених елементів до загальної кількості, K_{3P}	Відношення не пошкоджених елементів до загальної кількості, $(1-K_{3P})$
	5	2	0,40	0,60
Проїзна частина	Загальна довжина елементів, м	Довжина пошкоджених елементів, м	Відношення пошкодженої довжини до загальної, K_{4P}	Відношення не пошкодженої довжини до загальної, $(1-K_{4P})$
	111,50	44,32	0,40	0,60
Підходи	Загальна довжина елементів, м	Довжина пошкоджених елементів, м	Відношення пошкодженої довжини до загальної, K_{5P}	Відношення не пошкодженої довжини до загальної, $(1-K_{5P})$
			0,00	1,00
Підмостове русло	Загальна довжина елементів, м	Довжина пошкоджених елементів, м	Відношення пошкодженої довжини до загальної, K_{6P}	Відношення не пошкодженої довжини до загальної, $(1-K_{6P})$
			0,00	1,00
Регуляційні споруди	Загальна довжина елементів, м	Довжина пошкоджених елементів, м	Відношення пошкодженої довжини до загальної, K_{7P}	Відношення не пошкодженої довжини до загальної, $(1-K_{7P})$
			0,00	1,00

Коефіцієнта пропорційності для не зруйнованої частини споруди - $c_5 = 5$.
 Коефіцієнта пропорційності для зруйнованої частини споруди - $c_{5P} = 10$.
 Рейтингова оцінка стану мосту за групами зруйнованих елементів $D = 5$,
 Верхня межа інтервалу зміни експлуатаційного оцінювання для 5-го стану:
 $E_i = 40$; $\Delta E_5 = c_{5P} [\sum_{i=1}^7 \alpha_i K_{ip} (D_i - 1)] + c_5 [\sum_{i=1}^7 \alpha_i (1 - K_{ip}) (D_i - 1)]$
 $\Delta E_i = 21,63$; $E = E_i - \Delta E_i = 40 - 21,63 = 17,62$

Приклад 3



Рисунок 3 – Міст через р. Ірпінь (лівий)
Figure 3 – The bridge over the Irpin river (left)

Таблиця 6 – Стан за групами елементів (приклад 3)
Table 6 – Status by groups of elements (example 3)

Стан за групами не зруйнованих елементів						
Прогонова будова	Опора та опорні частини	Фундамент	Проїзна частина	Підходи	Підмостове русло	Регуляційні споруди
4	4	2	4	4	3	0
Стан за групами зруйнованих елементів						
5	5	5	5	4	3	0

Вагові коефіцієнти за групами елементів (Таблиця 1)

Таблиця 7 – Вихідні дані та розрахунки (приклад 3)

Table 7 – Initial data and calculations (example 3)

Прогонова будова	Загальна довжина елементів, м	Довжина пошкоджених елементів, м	Відношення пошкодженої довжини до загальної, K_{1p}	Відношення не пошкодженої довжини до загальної, $(1-K_{1p})$
	111,50	22,16	0,20	0,80
Опори	Загальна кількість, шт.	Кількість пошкоджених елементів, шт.	Відношення пошкоджених елементів до загальної кількості, K_{2p}	Відношення не пошкоджених елементів до загальної кількості, $(1-K_{2p})$
	5	1	0,20	0,80
Фундаменти	Загальна кількість, шт.	Кількість пошкоджених елементів, шт.	Відношення пошкоджених елементів до загальної кількості, K_{3p}	Відношення не пошкоджених елементів до загальної кількості, $(1-K_{3p})$
	5	1	0,20	0,80
Проїзна частина	Загальна довжина елементів, м	Довжина пошкоджених елементів, м	Відношення пошкодженої довжини до загальної, K_{4p}	Відношення не пошкодженої довжини до загальної, $(1-K_{4p})$
	111,50	22,16	0,20	0,80
Підходи	Загальна довжина елементів, м	Довжина пошкоджених елементів, м	Відношення пошкодженої довжини до загальної, K_{5p}	Відношення не пошкодженої довжини до загальної, $(1-K_{5p})$
			0,00	1,00
Підмостове русло	Загальна довжина елементів, м	Довжина пошкоджених елементів, м	Відношення пошкодженої довжини до загальної, K_{6p}	Відношення не пошкодженої довжини до загальної, $(1-K_{6p})$
			0,00	1,00
Регуляційні споруди	Загальна довжина елементів, м	Довжина пошкоджених елементів, м	Відношення пошкодженої довжини до загальної, K_{7p}	Відношення не пошкодженої довжини до загальної, $(1-K_{7p})$
			0,00	1,00

Коефіцієнта пропорційності для не зруйнованої частини споруди - $c_5 = 5$.

Коефіцієнта пропорційності для зруйнованої частини споруди - $c_{5p} = 10$.

Рейтингова оцінка стану мосту за групами зруйнованих елементів $D = 5$,

Верхня межа інтервалу зміни експлуатаційного оцінювання для 5-го стану:

$$E_i = 40$$

$$\Delta E_5 = c_{5p} \left[\sum_{i=1}^7 \alpha_i K_{ip} (D_i - 1) \right] + c_5 \left[\sum_{i=1}^7 \alpha_i (1 - K_{ip}) (D_i - 1) \right]$$

$$\Delta E_i = 17,14$$

$$E = E_i - \Delta E_i = 40 - 17,14 = 22,66.$$

Проведений аналіз фактичного стану споруди дозволяє зробити висновок, що рейтингова оцінка всіх вище розглянутих споруд знаходиться в межах запропонованої шкали ($E = 16 \div 30$ балів). А це означає, що за умови економічного обґрунтування ці споруди може бути відновлено відповідно до вище наведеної градації відновлювальних робіт.

Реально всі розглянуті мости знаходяться у стадії відновлення, що підтверджує ефективність використання запропонованого підходу.

Висновки. В результаті проведеного дослідження було розроблено та запропоновано підхід до визначення експертного оцінювання технічного стану мостів, які зазнали впливу військових дій. Проаналізовано існуючу методику, наведену в [1], внесено зміни до діапазону балів експертного оцінювання, які дозволяють врахувати кількісну та якісну специфіку пошкоджень, спричинених воєнними діями.

Основною особливістю запропонованої методики є зміна діапазону балів експертного оцінювання, що дозволяє ефективніше визначити ступінь руйнування та прийняти обґрунтоване рішення щодо ремонтування, відновлення або побудови нових споруд. Важливо відзначити, що запропонована методика може бути корисною у регіонах, де збільшився ризик пошкодження транспортної інфраструктури в наслідок воєнних дій.

Ця робота відкриває шлях для подальших досліджень та розробок у сфері відновлення та оцінювання технічного стану транспортних споруд в умовах військового конфлікту, що сприятиме розвитку та впровадженню сучасних методів управління та планування робіт з відновлення інфраструктури.

Перелік посилань

1. ДСТУ 9181:2022 «Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів» Мінрегіон України, К.: 2022;
2. Lantoukh-Liachtchenko A.I. Reliability based Service Life Prediction of Concrete Bridge Superstructures Proceeding "EKO MOST 2006. Durable bridge structures in the environment", Kielce, 16-17 May 2006/ WARSZAWA 2006. – ISBN 83-89252-85-6: p.255-261.
3. Taha Hemdi A. Introduction to Operations Research / Hemdi A. Taha. - 7th ed., 2005. – 912 p.
4. Башкевич І.В., Євсейчик Ю.Б., Медведєв К.В., Фаль А. Є., Янчук Л.Л. Аналітична модель експертної оцінки стану мостів. Науково-технічний збірник Автомобільні дороги і дорожнє будівництво, 2022, Вип. 112, С.154-162 <https://doi.org/10.33744/0365-8171-2022-112-154-162>
5. Башкевич І.В., Євсейчик Ю.Б., Медведєв К.В., Янчук Л.Л. Визначення функції інтенсивності відмов на основі марківського процесу. Науково-технічний збірник Автомобільні дороги і дорожнє будівництво, 2021, №109, С. 79-87. http://publications.ntu.edu.ua/avtodorogi_i_stroitelstvo/109/79.pdf

DETERMINATION OF THE PRIORITY OF RESTORATION OF TRANSPORTATION INFRASTRUCTURE OBJECTS TAKING INTO ACCOUNT EXPERT ASSESSMENT

Kostyantyn Medvedev, PhD (Candidate of Mathematical Sciences), associate professor, professor of the department of bridges, tunnels and hydraulic structures, National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: kvmedvediev@gmail.com tel.: +380994789008, <https://orcid.org/0000-0003-1269-1251>.

Yuriy Yevseichyk, PhD (Candidate of Mathematical Sciences), Associate Professor, Professor of the Department of Bridges, Tunnels and Hydraulic Structures, National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: kvmedvediev@gmail.com, tel.: +380957698841, <https://orcid.org/0000-0003-1269-1251>.

Leonid Yanchuk, PhD (Candidate of Technical Science) , Associate Professor, Associate Professor of bridges, tunnels and hydraulic structures, Associate Professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: leonid.ianchuk@gmail.com, tel.+380503587337, <https://orcid.org/0000-0003-1269-1251>.

Andrii Koretskyi, PhD (Candidate of Technical Science) , Associate Professor, Associate Professor of bridges, tunnels and hydraulic structures, Associate Professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: andriy.koretskyi@ntu.edu.ua tel.+3800505433772, <https://orcid.org/0000-0003-0307-0306>

Andrii Rublev., PhD (Candidate of Technical Science) , Associate Professor, Associate Professor of bridges, tunnels and hydraulic structures, Associate Professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: rublev@ukr.net, tel.+380930631712, <https://orcid.org/0000-0002-4142-1325>

Oksana Parovenko, PhD (Candidate of Technical Science) , Associate Professor, Associate Professor of bridges, tunnels and hydraulic structures, Associate Professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: olenik.lia@gmail.com, +380442807978, <https://orcid.org/0000-0001-8872-8415>,

Summary. The paper proposes an approach to determining the expert assessment of the bridge as a whole, taking into account the defects that arose as a result of operation and as a result of circumstances unforeseen by the project (military actions), which led to the transition of the structure to the 5th operational state. In contrast to the methodology given in the current regulatory documents, the authors propose to supplement the procedure for determining expert evaluation, in terms of reducing ΔE points, taking into account the degree of destruction of building elements and changing the range of expert evaluation points. This will make it possible to assess the impact of the share of damaged elements, effectively determine the overall degree of destruction of the structure and provide an opportunity to make informed decisions about the nature, sequence and priority of carrying out repair and restoration works or the need to build a new structure.

Bridge restoration planning should be based on an understanding of the economic capabilities of our country. Thanks to the proposed approach, it is possible to more effectively plan restoration works depending on the degree of destruction of the structure, giving economic meaning to the impact coefficients, which will allow rational use of funds.

Keywords: expert assessment, operating conditions, defects, damage, restoration, degradation, reconstruction, overhaul.

References

1. DSTU 9181:2022 "Guidelines for assessing and forecasting the technical condition of road bridges" Ministry of Regions of Ukraine, K.: 2022.
2. Lantoukh-Liachtchenko A.I. Reliability based Service Life Prediction of Concrete Bridge Superstructures Proceeding "EKO MOST 2006. Durable bridge structures in the environment", Kielce, 16-17 May 2006/ WARSZAWA 2006. – ISBN 83-89252-85-6: p.255-261.
3. Taha Hemdi A. Introduction to Operations Research / Hemdi A. Taha. - 7th ed., 2005. – 912 p.
4. Bashkevich I.V., Evseichyk Y.B., Medvedev K.V., Fal A.E., Yanchuk L.L. Analytical model of expert assessment of the condition of bridges. Scientific and technical collection Motor roads and road construction, 2022, Vol. 112, P.154-162 <https://doi.org/10.33744/0365-8171-2022-112-154-162>
5. Bashkevich I.V., Evseichyk Y.B., Medvedev K.V., Yanchuk L.L. Determination of the failure intensity function based on the Markov process. Scientific and technical collection Motor roads and road construction, 2021, No. 109, pp. 79-87. http://publications.ntu.edu.ua/avtodorogi_i_stroitelstvo/109/79.pdf

**ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРИТТЯ НА
МОСТОВИХ СПОРУДАХ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ГУМОВОЇ КРИХТИ**

**TO INCREASE THE DURABILITY OF ASPHALT PAVEMENT ON BRIDGE
STRUCTURES BY USING RUBBER CRUMB**



Мірчук Ірина Олегівна, аспірант, кафедра «Мости, тунелі і гідротехнічні споруди» Національний транспортний університет, Київ, Україна,
e-mail: ira.mirchuk@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0003-3928-4293>

Анотація: Штучні споруди до яких відносяться мости, шляхопроводи, віадуки, естакади та інші споруди, є невід'ємною складовою транспортної інфраструктури, які задовольняють потреби населення у перевезеннях пасажирів і вантажів.

До однієї з основних конструкцій мостової споруди відноситься мостове полотно, яке першим сприймає тимчасове навантаження транспортних засобів через асфальтобетонне покриття проїзду.

На даний час одним з методів удосконалення конструкцій дорожнього одягу на мостових спорудах та підвищення його довговічності є використання новітніх технологій, які передбачаються застосування сучасних матеріалів.

Розглядаючи процес будівництва чи ремонту асфальтобетонного покриття на мостових спорудах у довгостроковій перспективі, слід звернути особливу увагу на економічні показники, які виникають внаслідок зменшення витрат на експлуатаційне утримання, а також значно більшої довговічності мостового полотна за рахунок використання асфальтобетонних сумішей на основі модифікованих бітумів гумовою крихтою.

Ключові слова: дорожній бітум, модифікація бітумного в'язучого, гума крихта.

Вступ. Більша частина автомобільних мостів України побудована в період 60-80-х років ХХ сторіччя. Штучні споруди були запроектовані за чинними на той час нормативними документами та технічними умовами з урахуванням перспективи розвитку транспортної інфраструктури з розрахунком орієнтовної інтенсивності руху до 20 тис. авто на добу. Проте, протягом останнього десятиліття, значно зросла інтенсивність та швидкість руху автомобільного транспорту, а також збільшився рух великовагового транспорту (здебільш неконтрольованого), особливо в літній період, коли коливання температури повітря становить понад +28С. В свою чергу, це призводить до надмірного навантаження на конструкції мостового полотна, в тому числі на асфальтобетонне покриття, що призводить до його руйнування (утворення тріщин, вибоїн, напливів, колійності та інших пошкоджень).

Наявність дефектів в асфальтобетонному покритті на мостових спорудах не гарантують безпечний рух для транспортних засобів, а незадовільний стан водовідвідної системи призводить до постійного замокання нижче розміщених несних конструкцій. Всі ці фактори призводить до зниження надійності та довговічності конструкцій споруди в цілому.

Технічний стан асфальтобетонного покриття, як елементу мостового полотна на штучних спорудах, є одним з головних питань для транспортної інфраструктури в цілому.

Матеріали та методи. Проведено випробування модифікованого бітумного в'язучого у відповідності до діючих нормативних документів України. Для проведення випробування було використано спеціальний реактор для приготування модифікованого бітумного в'язучого.

Для проведення модифікації бітумного в'язучого в лабораторних умовах було виконано наступні операції: нагрівання бітуму до робочої температури; введення в бітум необхідної кількості гумової крихти; нагрівання в'язучого до робочої температури приготування при безперервному перемішуванні; витримка бітумного полімеру в реакторі при робочій температурі при безперервному перемішуванні протягом заданого часу модифікування, необхідного для одержання відповідних фізико-механічних властивостей.

Під час проведення досліджень впливу гумової крихти, як модифікуючої добавки було використано бітумне в'язуче марки БНД 70/100. Гумова крихта вводилась в бітуми у кількості від 5% до 10%. Модифікація бітумів виконувалась за температури від 160°C до 220°C протягом 1,0 – 4,0 годин.

Метою роботи є розгляд питання підвищення довговічності асфальтобетонного покриття на мостових спорудах, шляхом покращення фізико – механічних властивостей бітумних в'язучих з використання гумової крихти, а також зменшення негативного впливу на навколишнє середовище відходів гумової промисловості.

Виклад основного матеріалу. Асфальтобетонне покриття проїзної частини має ряд важливих факторів, що забезпечують безпеку та комфортність руху автомобільного транспорту, а саме: рівність, низький рівень шуму та шорсткості, що забезпечує необхідний коефіцієнт шеплення з автомобільним шинами під час руху. Проте, необхідно зазначити, що під час експлуатації таке покриття легко піддіється впливу несприятливих факторів, яке призводить до передчасного виникнення пластичних деформацій у йому.

Ефективним способом підвищення якості дорожніх бітумів є регулювання їх властивостей шляхом використання модифікуючих добавок, таких як гумова крихта, полімери, адгезійні добавки та інше. Світовий досвід показує, що термін служби покриття, що передбачає використання модифікованого бітуму значно перевищує термін служби покриття з використанням немодифікованого бітуму за однакових умов експлуатації.

Проведення випробувань показників як традиційних так і модифікованих гумовою крихтою бітумних в'язучих виконувалось у відповідності до чинних нормативних документів (табл.1).

Таблиця 1 – Показники за яким проведено випробування традиційних та модифікованих гумовою крихтою бітумних в'язучих

Table 1 – Indicators for testing traditional and modified with rubber crumb bitumen binders

Найменування показника	Метод випробування
Глибина проникнення голки (пенетрація), 0,1 мм: за температури 25°C за температури 0°C	згідно з ДСТУ EN 1426:2018
Температура розм'якшеності за кільцем і кулею, °C	згідно з ДСТУ EN 1427:2018
Розтяжність (дуктильність), см: за температури 25°C за температури 0°C	згідно з ДСТУ 8825:2019

Аналіз результатів визначення пенетрації при 25⁰С бітумів, що модифіковані різною кількістю крихти та протягом заданого часу модифікації показав наступне. При вмісті крихти 5% протягом 1 год модифікації показник пенетрації зменшився у 0,98 рази, при 2 год 0,965 разів, при 3 год 0,95 рази та при 4 год в 0,93 рази у порівнянні з вихідним бітумним в'язучим. При модифікації бітуму 7% крихти після 1 год значення пенетрації зменшилось у 0,975 рази, після 2 год у 0,95 рази, після 3 год у 0,935 рази та після 4 год у 0,92 рази. Також, зменшення показника пенетрації спостерігається і при вмісті крихти 10%, а саме після 1 год відбулось його зменшення у 0,965 рази, після 2 год 0,935 рази, після 3 год у 0,2 рази, а при 4 год у 0,91 рази.

Також проведено аналіз результатів залежності пенетрації бітумного в'язучого модифікованого гумової крихти за температури 0С від часу приготування при різному вмісті крихти. Так, при вмісті 5% крихти значення пенетрації після 1 год модифікації зменшився на 2,44%, після 2 год на 4,88% після 3 год на 6,09% та після 4 год на 7,32% у порівнянні з вихідним матеріалом. Також після 1 год модифікації бітумного в'язучого, що модифіковане 7% крихти спостерігається зменшення на 4,88%, після 2 год на 8,54%, після 3 год 9,76%, після 4 год на 10,98%. І відповідно при вмісті 10% крихти після 1 год на 7,32%, після 2 год на 10,98%, після 3 год на 12,19% та після 4 год на 13,41% у порівнянні з значенням показника пенетрації вихідного матеріалу.

Проводячи аналіз отриманих результатів випробування було встановлено залежність температури розм'якшення бітумного в'язучого модифікованого гумової крихти від часу приготування при різному вмісті крихти. Так температура розм'якшення при вмісті 5% крихти після 1 год модифікації зросла у 1,06 рази, після 2 год – 1,13 рази, після 3 год – 1,9 рази та після 4 год в 1,2 рази у порівнянні з вихідним матеріалом. Окрім цього, при вмісті 7% крихти температура розм'якшення після 1 год зросла у 1,09 рази, після 2 год – 1,17 рази, після 3 год – 1,23 рази та після 4 год в 1,33 рази, а відповідно при 10% крихти після 1 год модифікації зросла у 1,13 рази, після 2 год – 1,22 рази, після 3 год – 1,29 рази та після 4 год в 1,35 рази.

З аналізу результатів випробування встановлено зростання температури розм'якшення бітумного в'язучого модифікованого різною кількістю гумової крихти від температури приготування. А саме за температури приготування 160⁰С при вмісті гумової крихти 5% температура розм'якшення зросла в 1,01 рази, при 180⁰С в 1,02 рази, при 200⁰С в 1,04 рази, а при 220⁰С в 1,10 рази у порівнянні з вихідним бітумним в'язучим. Також за температури приготування 160⁰С при 7% крихти температура розм'якшення зросла в 1,06 рази, при 180⁰С в 1,08 рази, при 200⁰С в 1,12 рази, а при 220⁰С в 1,18 рази, і відповідно при температурі приготування 160⁰С при вмісті гумової крихти 10% температура розм'якшення зросла в 1,14 рази, при 180⁰С в 1,16 рази, при 200⁰С в 1,20 рази, а при 220⁰С в 1,29 рази у порівнянні з вихідним бітумним в'язучим.

Аналіз результатів проведеного випробування з визначення залежності показника еластичності бітумного в'язучого від температури приготування при різній кількості крихти показав наступні результати. При вмісті 5% крихти за температури приготування 160⁰С коефіцієнт еластичності становить 48%, при 180⁰С – 49%, при 200⁰С – 50,5%, при 220⁰С – 52%. Аналогічне збільшення даного показника спостерігається і при вмісті 7% крихти, а саме: за температури приготування 160⁰С коефіцієнт еластичності становить 49,5%, при 180⁰С – 52,5%, при 200⁰С – 55%, при 220⁰С – 57,5%. При подальшому збільшенні вмісту крихти до 10% даний показник за температури 160⁰С, 180⁰С, 200⁰С, 220⁰С становить 52,5%, 55%, 58,5% та 62% відповідно.

Висновки. За результатами проведених досліджень встановлено вплив гумової крихти на фізико – механічні показники вихідного бітумного в'язучого.

Застосування гумової крихти для проведення модифікації бітумного в'язучого має позитивну тенденцію зміни при визначенні його еластичності, розтяжності та температури розм'якшення. Використання асфальтобетонних сумішей на основі модифікованого в'язучого безпосередньо на об'єкті виконання робіт забезпечить надійну експлуатацію конструкції дорожнього одягу на мостових спорудах та безпечний рух автомобільного транспорту.

Перелік посилань

1. Онищенко А. М. Підвищення довговічності асфальтобетонних шарів за рахунок використання полімерних латексів: автореферат дис. канд. тех. наук. Київ, 2008.
2. ДСТУ EN 1426:2018 Бітум та бітумні в'язучі. Визначення глибини проникності голки (пенетрації) (EN 1426:2015, IDT).
3. ДСТУ EN 1427:2018 Бітум та бітумні в'язучі. Визначення температури розм'якшеності за методом кільця і кулі (EN 1427:2015, IDT).
4. ДСТУ 8825:2019 Бітум та бітумні в'язучі. Метод визначення розтяжності.
5. ДСТУ Б В.2.7-310:2016 Бітуми дорожні, модифіковані гумовою крихтою. Технічні умови. З Поправкою.

TO INCREASE THE DURABILITY OF ASPHALT PAVEMENT ON BRIDGE STRUCTURES BY USING RUBBER CRUMB

Iryna Mirchuk, PhD student, Department of Bridges and Tunnels National transport university, e-mail: ira.mirchuk@ukr.net, +380936718902, <https://orcid.org/0000-0003-3928-4293>

Summary. Artificial structures, which include bridges, overpasses, viaducts, overpasses and other structures, are an integral part of the transport infrastructure that meet the needs of the population in the transportation of passengers and goods.

One of the main structures of a bridge structure is the bridge deck, which is the first to receive the temporary load of vehicles through the asphalt concrete pavement of the roadway.

Currently, one of the methods of improving the pavement structures on bridge structures and increasing its durability is the use of the latest technologies, which involve the use of modern materials.

Considering the process of construction or repair of asphalt pavement on bridge structures in the long term, special attention should be paid to the economic indicators arising from the reduction of maintenance costs, as well as significantly longer durability of the bridge deck due to the use of asphalt mixtures based on modified bitumen with rubber crumb.

Keywords: road bitumen, bitumen modification binder, rubber crumb.

References

1. Onyshchenko A. M. Increasing the durability of asphalt concrete layers through the use of polymer latexes: PhD thesis. Kyiv, 2008.
2. DSTU EN 1426:2018 Bitumen and bituminous binders. Determination of needle penetration depth (penetration) (EN 1426:2015, IDT).
3. DSTU EN 1427:2018 Bitumen and bituminous binders. Determination of softening point by the ring and ball method (EN 1427:2015, IDT)
4. DSTU 8825:2019 Bitumen and bitumen binders. Method for determination of extensibility.
5. DSTU B V.2.7-310:2016 Road bitumen modified with rubber crumb. Technical specifications. With Amendment.

РОЗВИТОК ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ДОРОЖНІМ ПОКРИТТЯМ (PMS)

DEVELOPMENT AND EFFICIENCY OF PAVEMENT MANAGEMENT SYSTEMS (PMS)



Мороз Тарас Михайлович, начальник Центру випробувань, ДП «Дорожній науково-технічний центр», аспірант кафедри транспортного будівництва та управління майном, Національний транспортний університет
e-mail: carmen_17@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0001-6730-3004>

Анотація: В статті розглянуто важливий аспект сучасного транспортного управління – розвиток систем управління дорожнім покриттям (PMS). Проаналізовано еволюцію PMS, ключові компоненти, їх роль у забезпеченні якості та тривалості функціонування дорожнього покриття, а також найновіші тенденції та інновації в цій галузі. Висвітлено перспективи розвитку PMS в майбутньому та їх вплив на забезпечення належного утримання дорожньої мережі.

Наукова новизна та практична значущість. Виконано обґрунтований та детальний аналіз історії розвитку систем управління дорожнім покриттям (PMS). Основним аспектом наукової новизни є ретельне вивчення еволюції цих систем на міжнародному рівні, що дозволяє ідентифікувати ключові тенденції та періоди їх розвитку. Досліджено міжнародний досвід країн-користувачів цими системами.

Ключові слова: системи управління покриттям, експлуатація автомобільних доріг, дорожня мережа, транспортно-експлуатаційні показники, стан доріг

Вступ

Сучасна транспортна інфраструктура є ключовим елементом розвитку суспільства, а стан дорожнього покриття визначає ефективність та безпеку дорожньої мережі. У цьому контексті системи управління дорожнім покриттям (PMS) стають необхідним інструментом для ефективного управління та забезпечення належної експлуатації цієї мережі.

Таким чином, це дослідження присвячене вивченню історії розвитку PMS, а також їх транспортно-експлуатаційної ефективності. За останні десятиліття суттєві зміни в технологіях, методологіях та стратегіях управління стали визначальними для підтримки інфраструктури на оптимальному рівні.

З метою врівноваженого підходу до цього питання, у статті розглядається історичний розвиток PMS на різних етапах, аналізуючи досягнення та виклики. Особлива увага приділяється вивченню досвіду країн-користувачів систем PMS.

Метою даного дослідження є ретельне вивчення та аналіз історії розвитку систем управління дорожнім покриттям (PMS), зосереджуючись на їхній транспортно-експлуатаційній ефективності.

Крім того, стаття покликана дослідити різноманітні стратегії управління дорожнім покриттям та їх вплив на якість та тривалість експлуатації дорожніх магістралей.

Основна частина

Еволюція PMS

Системи управління дорожнім покриттям (PMS) були задумані наприкінці 1960-х років у відповідь на перехід від режиму проєктування та будівництва мережі доріг до стратегії її ремонту та експлуатації.

Після формування національної мережі автомагістралей основна функція дорожніх агентств стала полягати у збереженні значних коштів, інвестованих в дорожню інфраструктуру. В умовах обмеженого фінансування, підвищення транспортних навантажень та інтенсивності руху, а також в ході природних процесів старіння дорожнього покриття протяжність ділянок, що потребували ремонту, постійно зростала. За цей час було пройдено шлях від простих систем інспекцій та ручного моніторингу до систематичного технічного нагляду, руйнівного та неруйнівного способів забору показників для формування баз даних про стан доріг, а також від аналогових до цифрових технологій при їх обробці.

Перша система управління станом покриття була розроблена наприкінці 1960-х років американськими інженерами К. С. Пістером, Фр. Фінном, Р. Хаасом, Ст. Хадсоном, Е. Скрівенером та ін. [4]. Першим досвідом було впровадження цих систем в штатах Арізона, Канзас, Вашингтон, Техас. Вже на той час для повноцінного функціонування системи та накопичування даних застосовувались комп'ютери-мейнфрейми та системи відстежування змінних даних (CDC). Це відкрило нові можливості для автоматизації процесів управління. Перші системи управління дорожнім покриттям базувались на обчислювальних машинах, які використовувались для обробки даних та аналізу стану доріг (рис. 1).

У цей період з'явилися нові методи інженерного обстеження, які дозволяли більш точно визначати стан дорожнього покриття. Інженери використовували спеціалізоване обладнання для вимірювання товщини асфальтобетонного покриття, виявлення тріщин та інших дефектів.

1960-і роки можна вважати періодом формування інтересу до питань управління дорожнім покриттям, проте справжній розквіт технологій та систем PMS відбувся в подальших десятиліттях

У 70-х роках виникла ідея використання геоінформаційних систем (ГІС) у дорожньому господарстві. ГІС дозволяли ефективно збирати, аналізувати та візуалізувати географічні дані, включаючи інформацію про стан доріг.

У 1977 році в штаті Юта під керівництвом Дейла Петерсона був опублікований документ «Хороші дороги коштують менше», в якому була висвітлена ідея «плати мені зараз» або «плати мені пізніше» щодо вибору оптимального часу для виконання ремонту магістральних доріг [9]. Концепція таких систем полягала в тому, що вони давали змогу суттєво заощаджувати кошти в довгостроковій перспективі.

У кінці 70-х років вже існувало декілька систем управління дорожнім покриттям (PMS). Вони включали в себе базу даних із зібраними характеристиками доріг, методи прогнозування стану та стратегії технічного обслуговування. Зародження цих систем сприяло формуванню стандартів та методологій для управління дорожнім господарством. Різні дорожні агентства та організації розробляли свої підходи до оцінки і планування робіт з утримання доріг.



Рисунок 1 – Машина для обробки даних IBM 650 [12]

Figure 1 – IBM 650 Data Processing Machine [12]

На початковій стадії поширення і розвитку систем PMS давались в знаки такі проблеми, як відсутність вихідних даних для обробки, погане зберігання даних, низька потужність комп'ютерів та бюрократична складова на рівні урядових посадовців щодо масового впровадження цих систем. Ті невеликі дані, які було зібрано, доводилося зберігати послідовно на барабанах «стрічка-до-стрічки», оскільки довільний доступ для PMS не був доступний. Відсутність централізованого збору даних призводила до того, що кожне місцеве агентство доріг в функціонувало імпровізовано та ізольовано, не маючи комунікації з іншими штатами. Також мали місце сумніви щодо надійності моделей прогнозування, необхідність витратити ресурси для розробки системи, її підтримку та оновлення програм, а також потреба в кваліфікованому персоналі.

Проте, найважливіший чинник був дуже простим – більшість інженерів дуже скептично ставились до ідеї, що така система запрацює. Це пов'язано з тим, що освітні програми інженерів дорожників акцентують увагу на будівельних дисциплінах, в той час як робота з PMS вимагає знань статистики, моделювання, програмування, економіки, та управління базами даних, тому зрозумілим стає опір мультидисциплінарним системам, що виходять за межі нашої підготовки, досвіду та розуміння.

Багато країн розпочали активно інвестувати у покращення інфраструктури дорожнього господарства, що створювало підґрунтя для розвитку та впровадження PMS. Державні програми та фінансові ініціативи сприяли впровадженню сучасних підходів до управління дорожнім покриттям.

У цей період розвиток PMS спрямовувався на те, щоб допомагати дорожнім менеджерам ефективно управляти та зберігати дорожнє покриття, використовуючи передові методи та технології.

У 80-х роках системи управління дорожнім покриттям (PMS) продовжили свій розвиток, стаючи більш технологічно вдосконаленими і враховуючи нові можливості та виклики. Ось деякі ключові аспекти розвитку PMS у цей період:

Вдосконалення обчислювальної техніки: Протягом 80-х років комп'ютери стали потужнішими та більш доступними. Це дозволило розширювати можливості PMS у відношенні обробки даних, моделювання та прогнозування стану дорожнього покриття.

Зростання популярності ГІС: Геоінформаційні системи (ГІС) стали все більш важливим елементом в розвитку PMS. Вони надавали зручний і ефективний спосіб аналізу та візуалізації географічних даних, що допомагало в управлінні дорожньою інфраструктурою.

Збільшення кількості дорожніх досліджень: У 80-х роках інженери та дослідники активно проводили дослідження, спрямовані на вивчення та вдосконалення різних аспектів дорожнього покриття. Це дозволило вдосконалювати методи вимірювання стану доріг і розробляти нові підходи до їх управління.

Використання статистичних методів та математичних моделей стало більш поширеним для прогнозування стану дорожнього покриття. Це допомагало покращувати точність прогнозувань і планування технічного обслуговування.

Експерименти зі сенсорами та технологією збору даних: Розвивалася технологія для використання різноманітних сенсорів та пристроїв для автоматизованого збору даних про стан доріг. Це дозволяло отримувати більше об'єктивної інформації про його поточний стан.

Стандартизація та нормативні документи: У 80-х роках в багатьох країнах почали формуватися стандарти та нормативні документи, які визначали вимоги до систем управління дорожнім покриттям. Це сприяло стандартизації підходів і обміну інформацією між різними дорожніми агентствами.

У цей період розвитку PMS ключовим був поєднаний вплив росту обчислювальних можливостей, розвитку ГІС та посилення досліджень у галузі дорожньої інфраструктури. Це створило фундамент для подальших технологічних та методологічних інновацій у галузі управління дорожнім покриттям.

У 90-х роках системи управління дорожнім покриттям (PMS) продовжили свій розвиток, вдосконалюючись як технологічно, так і методологічно. Важливо враховувати, що цей період також відзначався широким впровадженням інформаційних технологій та підвищенням інтересу до сталого розвитку. Ось кілька ключових аспектів розвитку PMS у 90-х роках:

Глобалізація інформаційних технологій: У 90-х роках спостерігалася активна глобалізація інформаційних технологій. З'явилися більш потужні та доступні комп'ютери, що дозволили значно розширити функціональність PMS і підвищити швидкість обробки даних.

Електронні карти та ГІС: Зросла популярність використання електронних карт та геоінформаційних систем (ГІС) в PMS. Це дозволяло зручно відображати і аналізувати дані про стан доріг та їх управління на картографічних платформах.

Вдосконалення технік діагностики: У 90-х роках розвивалися більш точні засоби діагностування стану дорожнього покриття. З'явилися нові методи вимірювання, які дозволяли збирати більше об'єктивних даних про фактичний стан доріг.

Активний розвиток баз даних: Збільшилося використання баз даних для зберігання та обробки інформації про дорожнє покриття. Це дозволяло ефективно керувати великим обсягом даних та швидко звертатися до необхідної інформації.

Фокус на сталий розвиток: У зв'язку з ростом уваги до сталого розвитку і екологічних аспектів, більше уваги приділялося розробці технологій та стратегій, які дозволяли максимально зменшити вплив дорожнього будівництва та управління на навколишнє середовище.

Інтеграція з іншими інформаційними системами: У 90-х роках зросла інтеграція PMS з іншими інформаційними системами, такими як системи транспортного управління та системи безпеки дорожнього руху.

Створення стандартів та методологій: В цей період в багатьох країнах активно розроблялися стандарти та методології управління дорожнім покриттям. Це сприяло стандартизації та впровадженню єдиної методології оцінки та управління дорогами.

Узагальнено, 90-ті роки відзначалися активним впровадженням інформаційних технологій та стрімким розвитком PMS, що враховувало різноманітні виклики та технічні можливості того часу.

У 2000-х роках системи управління дорожнім покриттям (PMS) продовжували активно розвиватися та вдосконалюватися відповідно до нових технологічних можливостей та вимог сучасності. Деякі ключові аспекти розвитку PMS у цей період включають:

Електронна мобільність і дистанційний доступ: З поширенням смартфонів та планшетів почалося активне впровадження мобільних додатків та платформ для збору та обробки даних про стан доріг. Інженери та інспектори отримали змогу працювати на місці події і миттєво вносити інформацію до систем PMS.

Використання сучасних технологій сенсорів: Зростання доступності та дешевизна сучасних сенсорів дозволили ефективно збирати дані про стан доріг у режимі реального часу. Системи PMS почали використовувати дані з різних джерел, включаючи датчики на дорожніх транспортних засобах.

Інтерактивні ГІС та візуалізація даних: З'явилися більш інтерактивні інтерфейси ГІС для візуалізації даних, що сприяло кращому розумінню стану доріг та прийняттю більш обґрунтованих рішень.

Фокус на аналіз даних та бізнес-інтелект: Розвивалися методи аналізу даних, включаючи використання бізнес-інтелекту (BI), що дозволяло ефективніше прогнозувати стан доріг та планувати обслуговування.

Інтеграція з іншими транспортними системами: У цей період зросла інтеграція PMS з іншими транспортними системами, такими як системи управління транспортним потоком та системи безпеки дорожнього руху.

Вдосконалення моделей прогнозування: З'явилися більш складні математичні моделі та алгоритми прогнозування для оцінки майбутнього стану доріг на основі зібраних даних.

Підвищення кількості екологічних та сталих рішень: З початком XXI століття зросла увага до екологічних аспектів управління дорожньою інфраструктурою, і системи PMS почали враховувати ефективність різних матеріалів та технік для зменшення впливу на навколишнє середовище.

Цей період відзначався загальним зростанням ефективності систем PMS за рахунок нових технологій, даних у реальному часі та покращених методів аналізу, що сприяло більш ефективному та сталому управлінню дорожніми системами.

У 2010-х роках системи управління дорожнім покриттям (PMS) продовжили свій розвиток, враховуючи сучасні технологічні тенденції та вимоги сучасного суспільства. Основні напрямки розвитку PMS у цей період включають:

Інтернет речей (IoT) та збільшення кількості сенсорів: Зростання кількості підключених пристроїв та розширення мережі Інтернету речей дозволили активно використовувати сучасні сенсори для збору даних про стан доріг. Датчики вбудовані у дорожнє покриття, транспортні засоби та інші інфраструктурні елементи.

Аналіз великих даних (Big Data): З великою кількістю даних, що стали доступні для PMS, зросла важливість аналізу великих обсягів інформації. Технології аналізу великих даних дозволяють ефективно використовувати цю інформацію для прийняття рішень.

Мобільні додатки та платформи: Виникнення різноманітних мобільних додатків та онлайн-платформ спростило взаємодію з інформацією PMS, яка тепер може бути легко доступна для різних зацікавлених сторін.

Розширена візуалізація та геоінформаційні технології: Сучасні інтерфейси ГІС дозволяють візуалізувати дані у більш доступний та зрозумілий спосіб. Це сприяє кращому розумінню стану доріг і спрощує прийняття рішень.

Фокус на ефективність та сталість: У зв'язку із зростанням екологічної та сталої орієнтації, PMS у цей період акцентує увагу на застосуванні екологічно чистих матеріалів та методів реконструкції доріг.

Станом на сьогодні системи PMS дуже стрімко розвиваються і функціонують в багатьох країнах світу. Вони можуть включати в себе різні методи, технології та стратегії для моніторингу та підтримки якості доріг. Нижче наведено кілька загальних підходів та прикладів:

Візуальні огляди: Зазвичай використовуються інспектори, які періодично перевіряють дороги на наявність дефектів.

Геодезичні та лазерні технології: Використовуються для точного вимірювання товщини дорожнього покриття та виявлення деформацій.

Сенсорні технології: вбудовані в покриття датчики тиску, акселерометри, які моніторять стан покриття під час руху транспортних засобів та передають дані для аналізу в базу даних.

Системи GPS: Використовуються для відстеження руху транспорту та визначення місцезнаходження проблемних ділянок.

Безпілотні літальні апарати: Дрони можуть використовуватися для огляду доріг з висоти, що дозволяє швидко виявляти проблеми.

Аналіз даних: Різноманітні датчики, розташовані на дорогах або в транспортних засобах. Використовується аналітика для обробки великих обсягів даних, щоб прогнозувати та управляти ремонтними роботами. Використовуються системи геоінформаційних технологій для створення карт та визначення пріоритетів для ремонтних робіт.

Мобільні додатки: Інформування громадськості та водіїв про стан доріг та взаємодія з ними.

Системи передбачення: Використовують аналітику та алгоритми для передбачення майбутніх проблем та розробки стратегій їхнього запобігання.

Різні країни можуть використовувати різні комбінації цих технологій та підходів в залежності від їхніх технічних можливостей, бюджетів та інфраструктурних потреб.

Системи PMS в різних країнах

Німеччина

У Німеччині моніторинг та оцінка стану доріг (німецькою: Zustandserfassung und -bewertung, ZEB) - це визначений процес, який регулярно виконується більше 25 років за дорученням Федерального міністерства цифрових та транспортних технологій на мережі федеральних магістральних протяжністю 51 000 км, з них 13 000 км - це федеральні автостради, а 38 000 км - федеральні шосе. Оскільки здійснення моніторингу на такій щільній мережі доріг потребує значних ресурсів, цей обсяг розподілений впродовж 4-річного циклу в межах процесу ZEB. Таким чином близько чверті федеральної магістральної дорожньої мережі реєструється щорічно, а обсяги діагностування рівномірно розподіляються між федеральними землями (рис. 2). У рамках цього процесу визначаються певні вимоги до методів вимірювань, застосовуються стандартизовані методології обробки даних, а також механізми контролю якості.

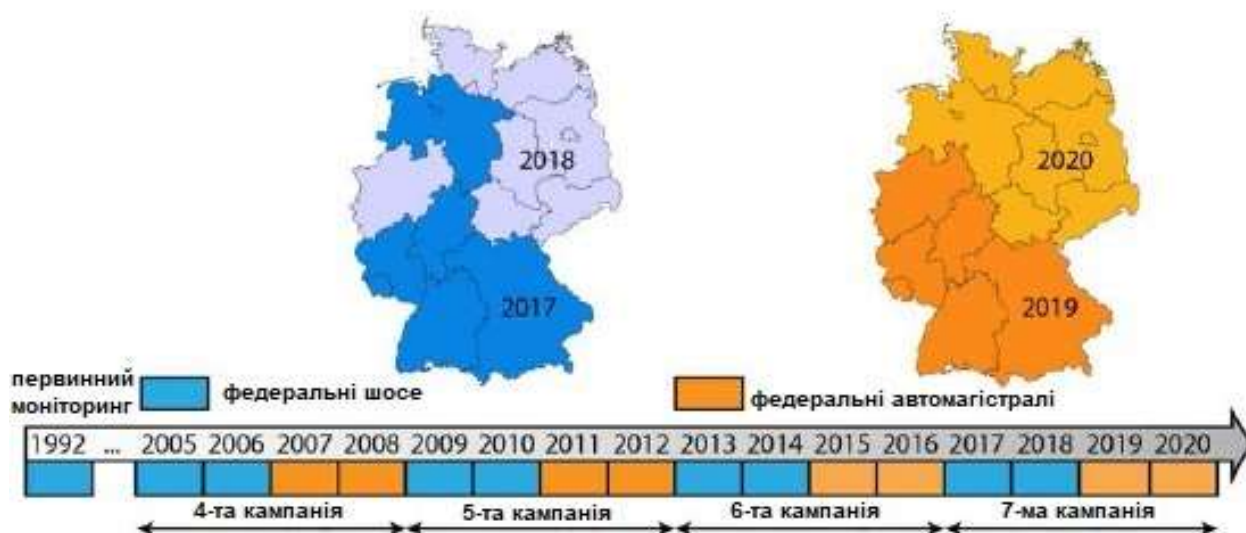


Рисунок 2 – Вимірювання на федеральних автострадах і федеральних шосе позначено синім і помаранчевим кольорами відповідно. Для кожної кампанії показана послідовність вимірювань і області на прикладних картах [2]

Figure 2 – Measurements on federal highways and federal roads are indicated by blue and orange colors, respectively. The sequence of measurements and areas are shown for each campaign on the relevant maps [2]

Кампанії вимірювань в рамках процесу ZEB регулярно проводяться з 1992 року. У 2015 році був введений переглянутий розрахунок показників стану, про який буде описано пізніше. Раніше зареєстровані дані були ретроспективно конвертовані назад до 2005 року. Таким чином, розвиток стану доріг при тих самих умовах може бути проаналізований за останні 16 років.

Основна мета процесу ZEB - визначення стану покриття шляхом визначення транспортно-експлуатаційних характеристик поверхні дороги, такі як поздовжня і поперечна рівність, зчеплення та пошкодження покриття (тріщини, вибоїни). В табл. 1 наведений перелік основних показників, що визначаються під час моніторингу та слугують вихідними даними для системи ZEB.

Таблиця 1 – Відповідні властивості покриття згідно з [9]

Table 1 – The corresponding properties of the coating according to [9]

Характерна група	Атрибут	Опис	Абревіатура
Рівність, поздовжній профіль	Загальна нерівність	Міра нерівномірності, спектральна щільність висота нерівностей Φ_h , см ³	AUN
Рівність, поперечний профіль	Глибина колії	Максимум середнього значення глибини правої і лівої колії, мм	MSPT
		Максимум із середніх значень умовної глибини води зліва і справа колії, мм	MSPH
Шорсткість	Зчеплення з покриттям	Коефіцієнт бічного тертя за швидкості 40 км/год, 60 км /год, 80 км/год	GRI_40 GRI_60 GRI_80
Характер поверхні асфальтобетонного покриття	Тріщини	Площа ділянки, вражена тріщинами, %	RISS
	Залишкове пошкодження	Площа ділянок без тріщин, але з вибоїнами чи викришуванням	RSFA
Характер поверхні цементобетонного покриття	Поздовжні та поперечні тріщини	Середня довжина поздовжніх та поперечних тріщин, п. м.	LQRP
	Залишкове пошкодження	Площа ділянок без тріщин, але з пошкодженими кутами, краями або з плямами асфальтобетону, %	RSFB

Дані вимірювань є ключовими для аналізу стану доріг. Програмне забезпечення розбиває розбиває досліджувану дорогу по кожній смузі руху на фрагменти завдовжки 100 метрів та розраховує фізичну зміну стану кожного фрагмента на основі зібраних даних.

Усі визначені показники стану оцінюються за шкалою від 1 до 5 для кожної смуги та наносяться на мапу за кольоровою шкалою, що забезпечує високу порівнюваність ділянок доріг між собою (рис. 4).

Велика Британія

Система управління дорожнім покриттям Великобританії (UKPMS) є національним стандартом для систем управління, оцінки стану місцевої дорожньої мережі та для планування інвестицій і обслуговування доріг з твердим покриттям, пішохідних і велосипедних доріжок на місцевих дорогах у Великобританії.

Важливо зазначити, що UKPMS це не система управління дорожнім покриттям, а специфікація для тих функцій, де потрібна національна послідовність і порівнюваність. Постачальникам комерційних систем рекомендується включати ці ключові аспекти UKPMS у свої системи, а централізована програма тестування забезпечує порівняння зі стандартом UKPMS.

Після початкового комплексного акредитаційного випробування постійна порівнюваність кожної акредитованої UKPMS системи контролюється за допомогою щорічного тесту перевірки працездатності (запровадженого восени 2005 року). Ця перевірка дає гарантію того, що системи

UKPMS продовжують відповідати вимогам UKPMS, включаючи поточний набір правил і національну звітність.

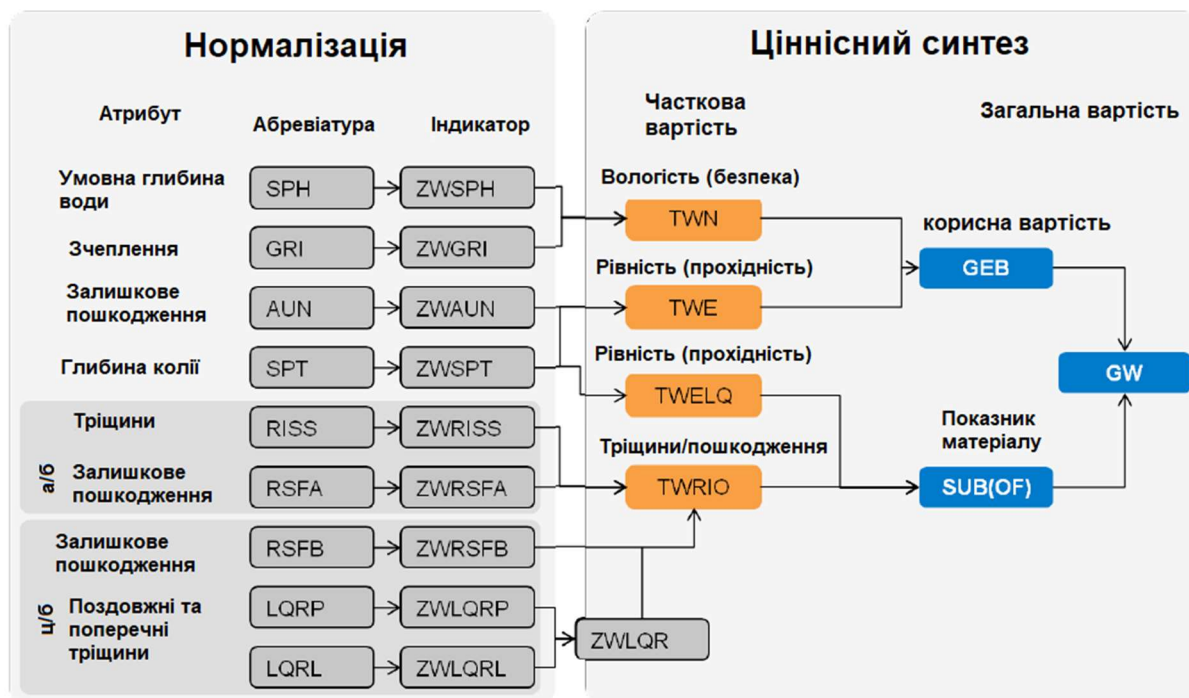


Рисунок 3 – Схема визначення загальних значень стану на основі даних, зібраних в процесі діагностики [2]

Figure 3 – The scheme for determining overall state values based on data collected during diagnostics [2]

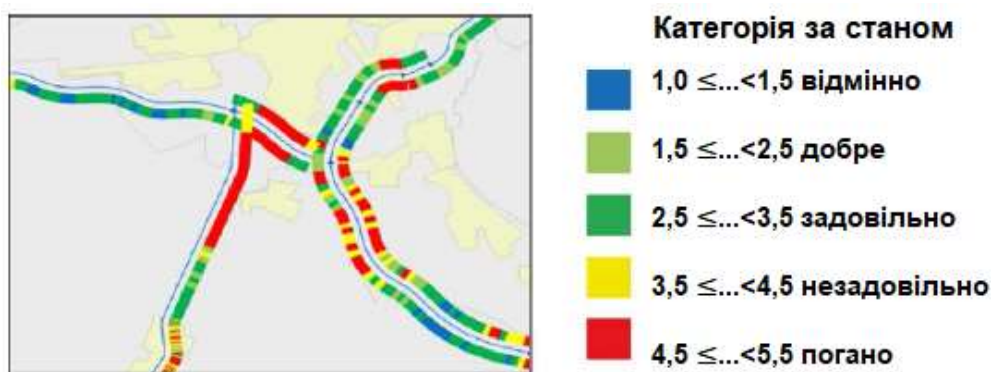


Рисунок 4 – Категорії показників стану дорожнього покриття та приклад візуалізації на карті © GeoBasis-DE / BKG2018 [2]

Figure 4 – Categories of road surface condition indicators and an example for a visualisation in a map. Adopted from (Stöckert and Schüller, 2018), © GeoBasis-DE / BKG2018 [2]

Важливо знати, що кожна з цих власних систем відрізняється та пропонує різну функціональність. Однією з сильних сторін підходу UKPMS є те, що місцеві органи влади можуть вільно вибирати систему управління, яка відповідає їхнім особливим потребам, усвідомлюючи, що ті сфери, де потрібна національна послідовність, охоплюються процесом UKPMS.

Центральне місце в налаштуванні UKPMS займає набір правил, параметрів і даних, який дозволяє користувачам застосовувати національні стандарти або місцеві правила в обробці своїх даних. Концепція національного стандартного набору правил означає, що будь-які зміни можна вводити та керувати ними контрольованим, передбачуваним способом без необхідності повторного повного акредитаційного тестування.

Набори правил випускаються, коли потрібні зміни – як частина річного циклу, щоб задовольнити потреби та часові рамки як для національної звітності, так і для щорічної перевірки стану. Поточний (останній) набір правил – RP10.01 використовується для звітування з 2011 року.

В якості вихідних даних для обробки система UKPMS використовує дані візуального та інструментального обстеження і користувач може обирати, яке обстеження використовувати для конкретних типів доріг. На місцевій мережі може бути достатньо тільки грубого візуального обстеження для складання планів експлуатаційного утримання. На обширних мережах державних доріг можуть знадобитися різні типи детального обстеження. Такий ґрадований підхід забезпечує, що вимоги до даних та аналізу знаходяться в пропорції до вартості робіт.

Функціонування системи передбачає такі стадії:

1. На етапі інвентаризації здійснюється аналіз всієї мережі або окремих її ділянок для визначення пріоритетів та планування інвестицій на її утримання.

Ділянки доріг розділяються на довжини пошкоджень одного типу, відомі як "довжини дефектів". Вони визначаються як довжини елемента (дороги або смуги) в одному поперечному перерізі (рис. 5).

Довжини дефектів оцінюються на шкалі від 0 до 100, де

0 - "добре" або де подальше поліпшення не матиме значення, і

100 - "погано" або де подальше погіршення не матиме значення (рис. 6).

Оцінки дефектів об'єднуються в індекси стану (CI_s); ті, які використовуються в UKPMS, включають стан:

-поверхні покриття

-структури покриття

- кромок покриття (для асфальтобетонних доріг)

-швів (для цементобетонних доріг).

2. Вводяться алгоритми для розробки заходів для кожної довжини дефекту.

3. Формується оцінка витрат шляхом множення очікуваних обсягів робіт на одиничні ставки.

4. Формуються індекси пріоритету шляхом порівняння CI_s з пороговими значеннями, визначеними користувачем. Найвищий пріоритет надається тим індексам, які перевищують порогові значення найбільше.

5. Готується бюджет для експлуатаційних заходів в рамках бюджетних статей.

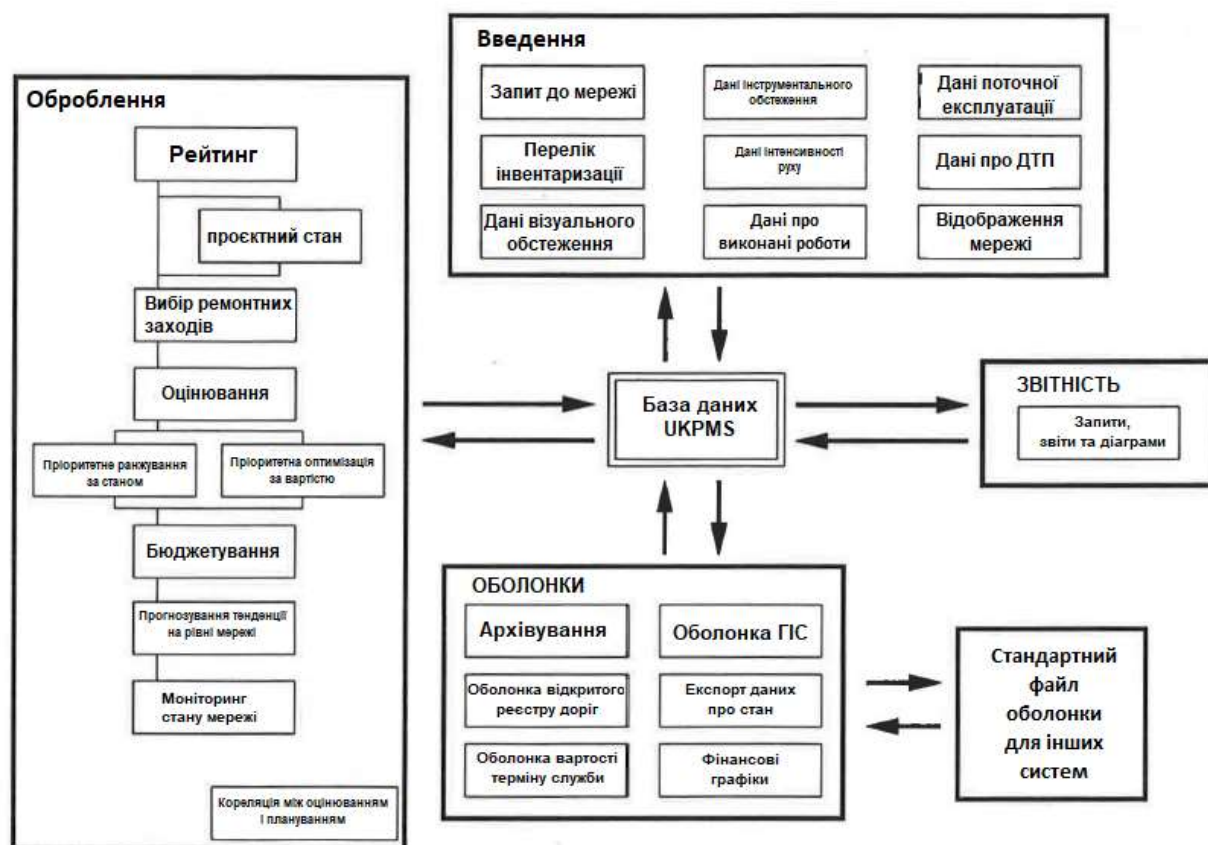


Рисунок 5 – Узагальнена схема UKPMS [11]

Figure 5 – Engineering view of UKPMS [11]

Система прогнозує стан покриття на тривалий період шляхом побудови графіку тенденції його погіршення з часом.

Для прогнозування цього стану система UKPMS використовує стандартні криві форми, які встановлюють відношення стану до часу і простягаються між (0,0) і (1,1) у двовимірному просторі (рис. 7).

Характер кривої залежить від 5 параметрів, що визначаються константами (a, b, c, d, k). Криві погіршення для дефекту на конкретній ділянці дороги визначаються користувачем і вказуються як серія дискретних точок; проміжні значення визначаються автоматично за допомогою лінійної інтерполяції. В іншому випадку для першої реалізації UKPMS пропонуються типові криві, враховуючи, що користувачі можуть не мати даних для їх побудови. В загальному випадку крива будується за наступною залежністю:

$$y = k \left[a + (b - a) \times f \left(\frac{x - c}{d - c} \right) \right], \quad (1)$$

де y – рівень дефектності,

x – час,
 $y = a$, якщо $x \leq c$,
 $y = b$, якщо $x \geq d$,
 $k = 1$ (при першому введенні)

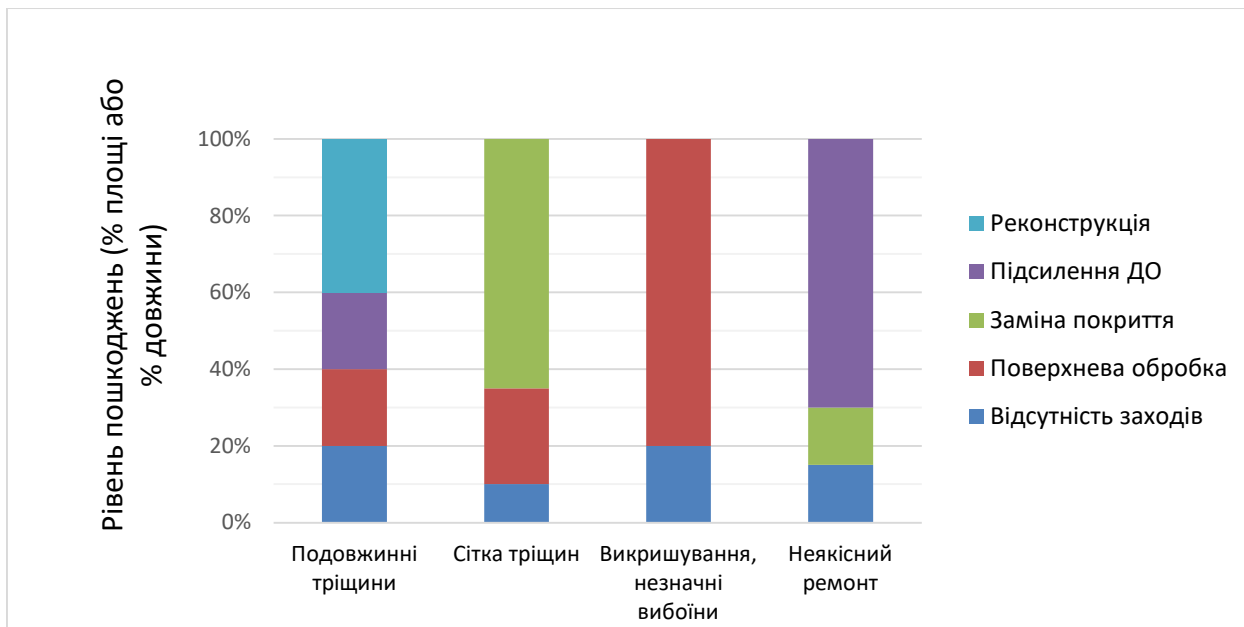


Рисунок 6 – Графік рекомендованих заходів при досягненні граничного рівня дефектів для нежорстких дорожніх одягів [11]

Figure 6 – Treatments required for levels of defects on flexible pavements [11]

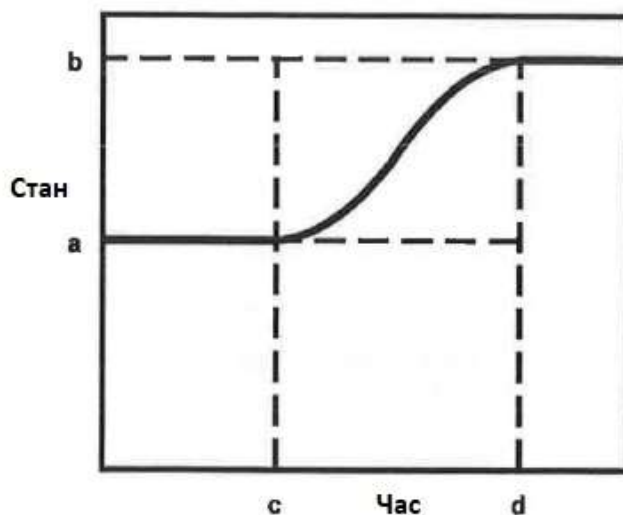


Рисунок 7 – Крива загальної тенденції погіршення стану покриття [11]

Figure 7 – Generalized deterioration relationship [11]

Оскільки бюджети на утримання зазвичай обмежені, потрібно обирати, які роботи з обслуговування слід виконати зараз, а які можна відкласти на інший рік чи більше. Поточні системи обслуговування віддають перевагу заходам виправлення на тих дорогах, які перебувають у найгіршому стані, але вони не допомагають вибору між затратними методами ремонту та вчасною профілактикою дефектів. Однак можна відзначити, що такий підхід неминуче призводить до наростання відставання від графіку робіт.

UKPMS може робити рекомендації з метою мінімізації майбутніх чи загальних витрат на ремонтні роботи або експлуатаційне утримання.

Розстановка пріоритетів ґрунтується на принципі мінімізації витрат у тривалій перспективі, що усуває проблему наростання відставання робіт. Це є основою пріоритетної оптимізації, яка виключає суттєві раптові капіталовкладення.

Підхід до встановлення пріоритетів у такий спосіб полягає в тому, щоб використовувати модель вартості на все життя для визначення чистої теперішньої вартості (NPV) кожної опції, порівнюючи витрати, пов'язані з проведенням обробки (варіант "щось робити"), з тими витратами, які пов'язані з тим, що нічого не робити або виконувати мінімально можливу обробку (варіант "нічого не робити" або "мінімум"). Пріоритет слід надавати опції, яка забезпечить найвищу чисту поточну вартість NPV.

При обмеженнях бюджету вибір схем та їх обробка відбувається з точки зору найвищого відношення NPV до вартості робіт.

Альтернативний метод пріоритетної оптимізації, запропонований для UKPMS, базується на методиці, розробленій під час проекту її розробки.

Він передбачає визначення пріоритетних рейтингів, які ґрунтуються лише на перевагах, отриманих протягом першого року експлуатації, та на річних витратах на перше і наступні обслуговування. Річні витрати - це "рівні річні витрати, які, підлягаючи зниженню та сумуючись впродовж терміну обслуговування, еквівалентні загальним витратам на обслуговування. У запропонованому спрощеному методі співвідношення NPV до витрат, яке зазвичай використовується для ранжування схем, замінюється економічним показником (EI). Це розраховується для кожної опції обслуговування, враховуючи витрати, що виникають від проведення обслуговування зараз, і ті, що виникають від відкладення обслуговування, наступним чином:

$$EI = 100 \times \frac{(T_{dm} - T_{ds})}{C}, \quad (2)$$

де T_{dm} – сума загальних річних відсоткових витрат, які виникають від відкладення обслуговування або виконання утримання (мінімального) обслуговування (випадок найменшого обслуговування);

T_{ds} – сума загальних річних відсоткових витрат, які виникають від проведення обробки зараз (випадок виконання)

C – різниця між вартістю робіт, необхідних до виконання і вартістю мінімально необхідних робіт.

Франція

Французька система управління дорожнім покриттям була повністю перепроєктована з 1988 року. Нова версія, GiRR, наразі включає три модулі: модуль оцінки надає огляд стану як структури, так

і поверхні дорожнього покриття; модуль аналізу стратегії моделює застосування політики збереження на кілька років; модуль програмування допомагає керівнику підготувати програму збереження, сумісну з його бюджетними і економічними обмеженнями. Ці модулі доповнюються експертною системою, яка кількісно характеризує найважливіші рішення щодо збереження. Три модулі отримують інформацію з бази даних VISAGE. За останні п'ять років ця база даних була вдосконалена так, що вона легко забезпечує повну сумісність між центральними та місцевими користувачами.

Спеціалізоване програмне забезпечення для управління, об'єднане в платформу GiRR, організоване у чотири основні модулі:

1. Модуль для оцінки функціональних якостей та структурного стану покриттів; цей інструмент використовується для оцінювання стану дороги.

Він виконує наступні функції:

Оцінка функціональних якостей: Даний інструмент використовується для оцінки функціональних якостей дорожнього покриття. Це охоплює різноманітні аспекти, такі як ефективність, безпека та зручність для користувачів.

Оцінка структурного стану покриття: Модуль дозволяє оцінити структурний стан дорожнього покриття, тобто його фізичну стійкість та структуру матеріалів.

Визначення потреб у збереженні покриття: Забезпечує аналіз необхідності проведення робіт із збереження дорожнього покриття, враховуючи як його функціональні якості, так і структурний стан.

Модуль оцінки є ключовою частиною системи та допомагає узагальнити інформацію щодо стану доріг та їх потреб у збереженні для прийняття обґрунтованих рішень. Він включає дві системи оцінювання: одну, придатну для основних мереж, іншу - для вторинних мереж. Обидві застосовують той самий загальний принцип розрахунку; змінюється лише вибір основних показників. Дороги поділяються на ділянки довжиною 200 метрів. На кожній ділянці розраховується структурна та поверхнева оцінка. Перша (структурна) відображає рівень деградації структури дорожнього покриття. Непрямо вона надає інформацію про здатність покриття витримувати комбіновані впливи транспорту та клімату. Аномально низьке значення вказує на те, що покриття не відповідає своїм реальним умовам служби. Друга (поверхнева) надає інформацію про якість обслуговування (безпека, комфорт), яку отримує користувач.

Процедура розрахунку оцінки завжди однакова: на першому етапі - визначити конвенційні роботи, які були б необхідні для переходу від спостережуваного структурного (відповідно, поверхневого) стану до "нового" стану, а потім оцінюється вартість цих робіт.

Застосування до мережі доріг високої інтенсивності.

Ці мережі (приблизно 115,000 км) складаються з нових або підсилених доріг, покриття яких найчастіше має основу, оброблену гідравлічними або бітумними в'язкими. Ці структури пошкоджуються в основному розвитком втомних тріщин, які в стадії розширеного пошкодження супроводжуються структурними деформаціями. Роботи зі структурним ремонтом ідентифікуються перетином, на сітках, що залежать від типу структури та трафіку чотирьох параметрів, визначених на місці спеціалізованими командами:

- обсяг виступаючих тріщин (тонкі та чіткі),
- обсяг поглиблених тріщин (розгалужені)
- обсяг деформацій від 15 до 30 мм;
- обсяг деформацій глибших 30 мм.

Загалом поздовжній профіль цих доріг не дуже деформований. Якість обслуговування, яке пропонується користувачеві, визначається скоріше станом верхнього шару, зокрема показником зчеплення. Цей параметр визначається комбінацією двох величин: шорсткість, визначена за методом піщаної плями, який характеризує макротекстуру покриття та "Поперечним коефіцієнтом тертя", який визначає його мікротекстуру.

В кінці розраховується глобальний рейтинг - це мінімум абсолютної структурної і поверхневої оцінки.

Застосування до мережі доріг низької інтенсивності.

Дороги, що складають таку мережу (250 тис. км), зазвичай, мають основи, неукріплені в'язучими і руйнуються природним процесом. Вода, що потрапляє в неукріплену основу крізь тріщини в покритті, внаслідок чого знижується несна здатність дорожнього одягу. Постійне деформування від транспортного руху збільшується, поки воно не стає неприйнятним. Оцінка структурного стану повинна відображати ступінь враження покриття тріщинами. Оцінювання може і повинно здійснюватись на більш конкретному та менш витратному дослідженні. Реєстрація пошкоджень спрощена, щоб можна було провести групами інженерів без застосування спеціалізованого обладнання.

Геометричні характеристики цих доріг не забезпечують високих розрахункових швидкостей, тому показник зчеплення в даному випадку не відіграє суттєвої ролі. З іншого боку, поєднання поздовжніх та поперечних деформацій може призводити до стану поверхні, який аномально обмежує умови руху та створює небезпеку. Саме це повинна відображати оцінка поверхні на цій мережі. Таким чином, вона поєднує поздовжню та поперечну рівності. Ці показники використовуються для кількісного визначення робіт з реконструкції, необхідних для відновлення поздовжньої рівності до значень стану нового покриття і визначення вартості цих робіт.

2. Модуль аналізу стратегії, який допомагає вибирати серед варіантів проведення заходів, аналізуючи їх вартість і їхні довгострокові ефекти на стан покриття. Він дає можливість користувачу симулювати довгостроковий ефект запланованої ним стратегії як з погляду передбачення бюджету, так і щодо впливу на стан доріг.

Загальний принцип

Цей модуль виконує ітеративний розрахунок (рис. 8). Кожна ітерація симулює еволюцію мережі впродовж одного року. Починаючи зі спостережуваного стану мережі, що представлений початковою гістограмою оцінок, модуль застосовує закони її еволюції. Одночасно він оцінює обсяг робіт, які викликали б застосування політики утримання і розраховує вплив цих робіт на загальний стан доріг. Використовуючи ці два підходи, він виводить стан мережі в кінці першого року. Розрахунок повторюється стільки разів, скільки років слід симулювати. Після завершення розрахунку можна відобразити еволюцію середніх оцінок стану, їх розподіл за класами і т. д., і порівняти ці еволюції із витратами на утримання. Таким чином, інженер отримує інформацію, необхідну для оцінки відносних переваг різних розглядуваних політик утримання і вибору оптимальної стратегії для конкретного контексту.

3. Модуль програмування, який допомагає технічним відділам перетворити основні варіанти утримання в програму конкретних заходів, локалізованих і визначених за типом і кількістю. Він покликаний перетворити ухвалені рішення щодо бюджету та вибору стратегії утримання в програму експлуатаційного обслуговування. В цьому модулі стратегії описуються набагато докладніше, ніж в модулі стратегічного аналізу. Вони представлені у вигляді рішень, що точно визначають роботи з

обслуговування, які можна застосовувати до покриття в залежності від його стану. Однією з відмінних особливостей цього модуля є те, що він пропонує бібліотеку, яка містить три "референсні" стратегії (високий, середній чи звичайний рівень обслуговування), які можна використовувати для створення великої кількості індивідуальних стратегій шляхом налаштування кількох параметрів (пороги дій, тип робіт і т. д.). Отримані таким чином роботи з обслуговування перелічені в таблиці. Розподіл за пріоритетами використовує пріоритетні критерії, визначені в межах політики обслуговування. Програму розділяється на три частини, які, наприклад, можуть бути результатом класифікації за пріоритетом, необов'язковими та відкладеними на наступний рік.

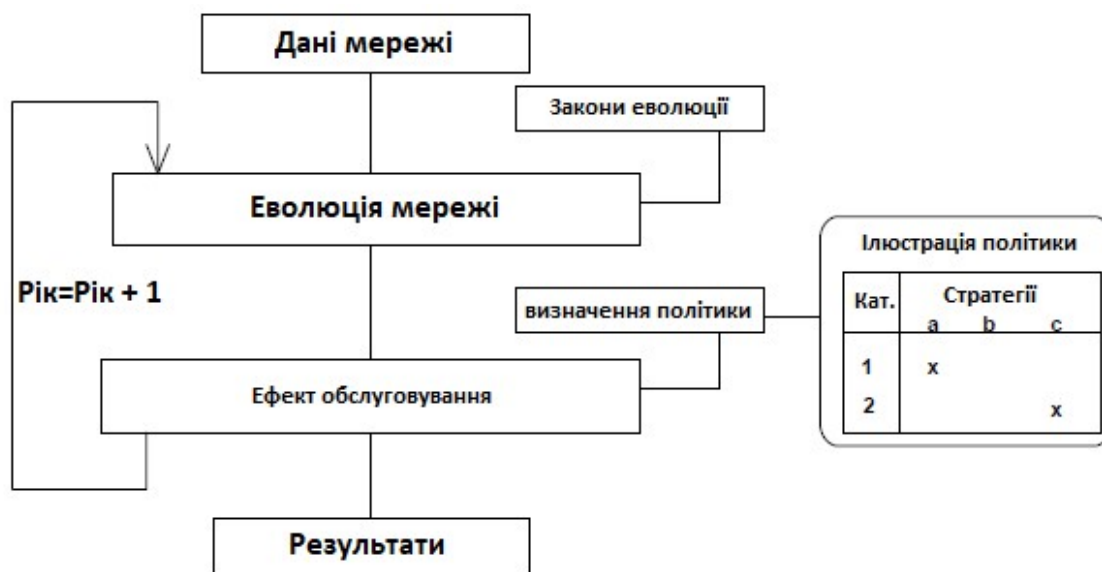


Рисунок 8 – Алгоритм симуляції процесу [5]

Figure 8 – Simulation process [5]

4. Експертний модуль, який допомагає модулю програмування вказати тип та розмірні параметри робіт зі збереження на ділянці, коли аналіз, виконаний модулем програмування, виявляється недостатнім.

У деяких випадках рішення, запропоноване програмним модулем, повинно бути уточнене. Це стосується зокрема випадків, коли цей модуль виявляє:

- неузгодженості в аналізованих даних; ця ситуація може виникнути, коли на покриття тимчасово нанесено тонке тимчасове або коли деяка інформація в базі даних не є актуальною;

- потребу у великих роботах для вирішення структурних проблем; в цьому випадку фінансові витрати, як правило, більш ніж виправдовують використання спеціальних додаткових досліджень. Ці дослідження розпочинаються перевіркою даних, що містяться в базі даних, для сумнівних ділянок. Потім проводяться додаткові дослідження: точна ідентифікація типу, віку та товщини покриття, вимірювання прогину, детальна реєстрація пошкоджень поверхні та стану дренажу, взяття проб матеріалів покриття, лабораторний аналіз тощо. Отримана таким чином інформація аналізується за допомогою експертного модуля ERASMUS, який слугує для уточнення діагнозу проблеми, вибору та ухвалення рішення з питань технічного обслуговування.

Система інформації. Всі системи допомоги в управлінні ґрунтуються на даних про дороги, вилучених з "інформаційної системи" для надання інженерам точної та актуальної інформації для прийняття рішень. Модулі GiRR використовують дані, вилучені з інформаційних систем, побудованих навколо бази даних VISAGE (рис. 9). Ця база даних призначена для створення інформаційних систем, які відповідають потребам різних операторів дорожніх мереж, зокрема сотень генеральних рад, які управляють 350 000 км департаментальних доріг у Франції. Департамент транспорту Міністерства розвитку також обрав її як основу інформаційної системи, використовуваної для національних доріг (SICRE), через її простоту та відкритість.

3.1 База даних VISAGE База даних VISAGE організована на 98 заголовках, кожен призначений для типу інформації (наприклад, "структура покриття" чи "прогин"). Кожен заголовок містить чотири поля, які використовуються для характеристики відповідної інформації чотирма атрибутами (наприклад, для заголовка "прогин" значення максимального прогину та кривизни для центральної лінії та країв). Система поколінь дозволяє накопичувати дані, виміряні в одному й тому ж місці на послідовних датах. Вся інформація про дорогу, що міститься в заголовку, ідентифікується номером дороги, до якої вона прикріплена. База даних VISAGE доповнюється програмним забезпеченням для картографічного виведення, SACARTO, та програмним забезпеченням для побудови маршрутних діаграм, SILLAGE. Систему доповнює цифрова база зображень, VISIOROUTE, яку можна інтегрувати в географічну інформаційну систему MAPINFO.

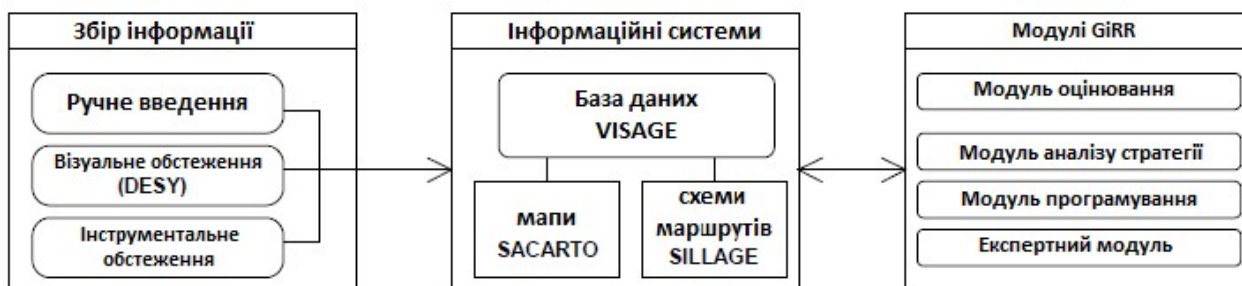
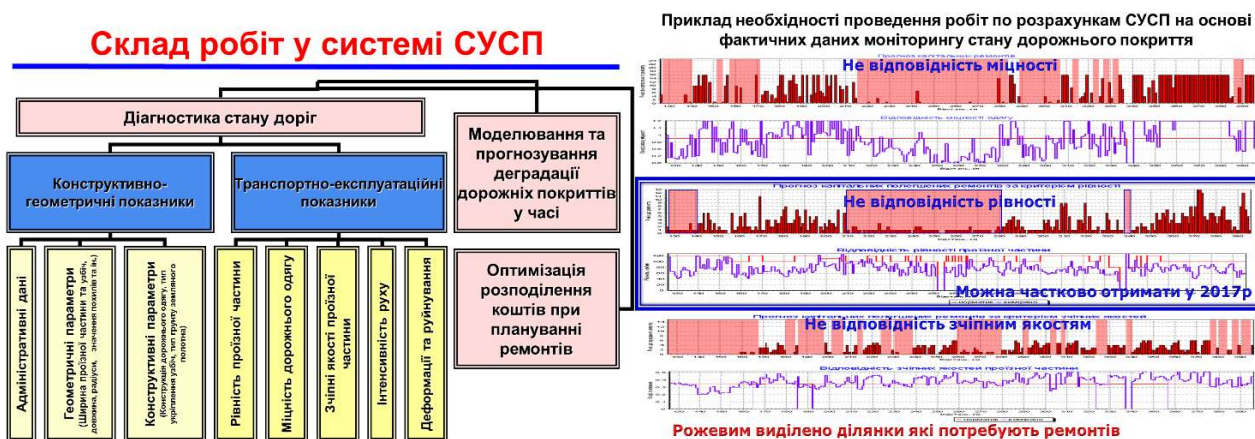


Рисунок 9 – Структура та середовище VISAGE та GiRR [5]

Figure 9 – Structure and environment of VISAGE and GiRR [5]

Україна

Транспортно-експлуатаційний стан переважної більшості автомобільних доріг України є критичним через порушення міжремонтних термінів дорожніх одягів. В таких умовах особливого значення набуває питання щодо визначення об'єктивного стану автомобільних доріг для подальшого планування та розподілу фінансових ресурсів на їх відновлення та розвиток [13]. В Україні для аналізу стану доріг та планування ремонтних робіт на автомобільних дорогах функціонує Система управлінням станом покриттів (СУСП), яка є аналогом європейських систем керування покриттям (PMS) або інших систем, таких як HDM-4 – систем управління дорожнім покриттям, які є основним інструментом ухвалення управлінських рішень в дорожньому господарстві європейських країн (рис. 10).



СУСП є основою для планування розподілу фінансових ресурсів, виключно на основі об'єктивних даних про стан доріг, споруд на них та відповідного техніко-економічного обґрунтування.

СУСП має можливість проводити наступні розрахунки за:

- критеріями ефективного розподілу фінансових ресурсів на ремонтні роботи;
- періодами прогнозування та термінами виконання ремонтних робіт;
- фізичною та математичною моделлю роботи конструкцій підсилення дорожніх одягів у процесі експлуатації;
- розподілом фінансових ресурсів за умов обмеженого фінансування.

Повнофункціональна та наповнена актуальними даними система СУСП дає можливість:

- оперативно надавати необхідну достовірну інформацію щодо стану мережі автомобільних доріг всім гілкам влади для прийняття об'єктивних управлінських рішень;
- сприяти підвищенню прозорості при формуванні потреби у фінансових ресурсах на розвиток та утримання автомобільних доріг;
- забезпечити ефективний розподіл фінансових ресурсів на потреби дорожнього господарства в умовах обмеженого фінансування;
- підвищити рівень та швидкість інформування учасників руху щодо ситуації на дорогах.

Впровадження СУСП на автомобільних дорогах дозволить у повному обсязі отримати обґрунтовану цільову Програму розвитку автомобільних доріг, як для окремих регіонів так і для всієї України.

Висновок: критичний аналіз існуючих систем управління станом покриття показав, що відповідно сучасного розвитку як технологій виконання робіт, так інформаційних технологій на нинішньому етапі виникає потреба у методологічній перебудові самого підходу до створення та наповнення інформаційно-аналітичних систем управління дорожнім господарством.

Перелік посилань

1. Eaton, Robert A., Gerard, Sidney, and Cate, D.A., Rating Unsurfaced Roads, A Field Manual for Measuring Maintenance Problems, Cold Regions Research and Engineering Laboratory, U.S. Army Corps of Engineers, Hanover, New Hampshire, Special Report 87- 15 (August 1987, revised September 1988)

2. F. Farwick zum Hagen, F. Lau «Road Condition Monitoring and Assessment in Germany – How to Use the Data for Pavement Analysis» Roads and Airports Pavement Surface Characteristics. Proceedings of the 9th Symposium on Pavement Surface Characteristics (SURF 2022, 12 – 14 September 2022, Milan, Italy)
3. Garber Nicholas J., Hoel Lester A. Traffic and Highway Engineering. 4-th ed. — Gengage Learning Publ., 2009. — 1249 p.
4. The 40-Year Evolution of Pavement Management Systems. URL: <https://www.agileassets.com/blog/the-40-year-evolution-of-pavement-management-systems/>
5. Lepert P, Joubert P (1998) Recent developments in the pavement management system in France. Intl Conference on Managing Pavement, Durban, pp. 184–96
6. NIJU, A. (2006). "GIS Based Pavement Maintenance & Management System (GPMMS)". M.Sc Thesis., Department of Civil Engineering, National Institute of Technology Calicut, Calicut, Kerala, 2006.92p.
7. N. Ismail, A. Ismail, and R. Atiq, "An overview of expert systems in pavement management," European Journal of Scientific Research, vol. 30, no. 1, pp. 99–111, 2009
8. Pavement Management Systems - Past, Present, and Future, Public Roads: 80 Years Old, But The Best Is Yet to Come. URL: <https://highways.dot.gov/public-roads/julyaugust-1998/pavement-management-systems-past-present-and-future-public-roads-80>
9. Peterson, D. E. 1977. Good Roads Cost Less. Re- 22. search and Development Unit, Utah Department of Transportation
10. Road and Transportation Research Association (FGSV), 2018. Additional Technical Terms of Contract and Guidelines for Road Monitoring and Assessment (ZTV ZEB-StB), FGSV 489, Cologne.
11. Stephen J. Phillips, "Development of United Kingdom Pavement Management System", The Proceedings of the Third International Conference on Managing Pavements, Transport Research Board, Washington, USA, 1994
12. The IBM 650 "Magnetic Drum Data Processing Machine": The First Mass-Produced Computer. URL: <https://www.historyofinformation.com/detail.php?id=3657>
13. Дмитриченко М.Ф., Харченко А.М., Мороз Т.М. Система діагностування стану автомобільних доріг як засіб стратегічного планування експлуатаційного утримання. *Erbe der europäischen Wissenschaft / Heritage of European science*, Germany. 2021. 224-258.
14. Система управління станом покриття. «Укрдіпродор» URL: <https://www.facebook.com/Ukrdiprodor/posts/pfbid0qRWG5AD4sMy65ydJPFFxrwDsynzavvXJJEFRvG7h8vq4TFB3BohJYex8WSMT2dvbl>

DEVELOPMENT AND EFFICIENCY OF PAVEMENT MANAGEMENT SYSTEMS (PMS)

Taras Moroz, head of the testing center, State Enterprise "Road Scientific and Technical Center" graduate student, National Transport University, graduate student of the department of transport construction and property management, e-mail: carmen_17@ukr.net, +380961867092, Ukraine, 01010, Kyiv, str. Omelianovycha-Pavlenka, 1, room 206, <https://orcid.org/0000-0001-6730-3004>

Abstract. The article discusses an important aspect of modern transportation management – the development of Pavement Management Systems (PMS). It analyzes the evolution of PMS, its key components, their role in ensuring the quality and durability of road pavement, as well as the latest trends and innovations in this field. The perspectives of PMS development in the future and their impact on ensuring proper maintenance of the road network are highlighted.

Scientific novelty and practical significance. A reasonable and detailed analysis of the history of the development of road surface management systems (PMS) was performed. The main aspect of scientific novelty

is a thorough study of the evolution of these systems at the international level, which allows identifying key trends and periods of their development. The international experience of countries using these systems was studied.

Key words: Pavement management systems, highway operations, road network, Structural and functional prediction of roads, pavement condition

References

1. Eaton, Robert A., Gerard, Sidney, and Cate, D.A., Rating Unsurfaced Roads, A Field Manual for Measuring Maintenance Problems, Cold Regions Research and Engineering Laboratory, U.S. Army Corps of Engineers, Hanover, New Hampshire, Special Report 87- 15 (August 1987, revised September 1988)
2. F. Farwick zum Hagen, F. Lau «Road Condition Monitoring and Assessment in Germany – How to Use the Data for Pavement Analysis» Roads and Airports Pavement Surface Characteristics. Proceedings of the 9th Symposium on Pavement Surface Characteristics (SURF 2022, 12 – 14 September 2022, Milan, Italy)
3. Garber Nicholas J., Hoel Lester A. Traffic and Highway Engineering. 4-th ed. — Gengage Learning Publ., 2009. — 1249 p.
4. The 40-Year Evolution of Pavement Management Systems. URL: <https://www.agileassets.com/blog/the-40-year-evolution-of-pavement-management-systems/>
5. Lepert P, Joubert P (1998) Recent developments in the pavement management system in France. Intl Conference on Managing Pavement, Durban, pp. 184–96
6. NIJU, A. (2006). "GIS Based Pavement Maintenance & Management System (GPMMS)". M.Sc Thesis., Department of Civil Engineering, National Institute of Technology Calicut, Calicut, Kerala, 2006.92p.
7. N. Ismail, A. Ismail, and R. Atiq, "An overview of expert systems in pavement management," European Journal of Scientific Research, vol. 30, no. 1, pp. 99–111, 2009
8. Pavement Management Systems - Past, Present, and Future, Public Roads: 80 Years Old, But The Best Is Yet to Come. URL: <https://highways.dot.gov/public-roads/julyaugust-1998/pavement-management-systems-past-present-and-future-public-roads-80>
9. Peterson, D. E. 1977. Good Roads Cost Less. Re- 22. search and Development Unit, Utah Department of Transportation
10. Road and Transportation Research Association (FGSV), 2018. Additional Technical Terms of Contract and Guidelines for Road Monitoring and Assessment (ZTV ZEB-StB), FGSV 489, Cologne.
11. Stephen J. Phillips, "Development of United Kingdom Pavement Management System", The Proceedings of the Third International Conference on Managing Pavements, Transport Research Board, Washington, USA, 1994
12. The IBM 650 "Magnetic Drum Data Processing Machine": The First Mass-Produced Computer. URL: <https://www.historyofinformation.com/detail.php?id=3657>
13. Dmytrychenko M.F., Kharchenko A.M., Moroz T.M. Systema diahnostuvannia stanu avtomobilnykh dorih yak zasib stratehichnoho planuvannia ekspluatatsiinoho utrymannia. [*The system for diagnosing the condition of highways as a means of strategic planning of operational maintenance*]. Erbe der europäischen Wissenschaft / Heritage of European science, Germany. 2021. 224-258. [in Ukrainian].
14. Systema upravlinnia stanom pokryttia. «Ukrdiprodor» URL: <https://www.facebook.com/Ukrdiprodor/posts/pfbid0qRWG5AD4sMy65ydJPFFxrwDsynzavvXJJEFRvG7h8vq4TFB3BohJYex8WSMT2dvbl>. [in Ukrainian].

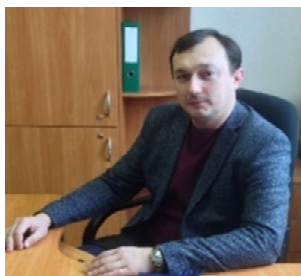
**МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ УКІСНИХ ДРЕНАЖНИХ
КОНСТРУКЦІЙ НА ПІДТОПЛЮВАЛЬНИХ НАСИПАХ**

**METHOD FOR DETERMINING THE PARAMETERS OF SLOPING DRAINAGE
STRUCTURES ON FLOOD EMBANKMENTS**



Славінська Олена Сергіївна, доктор технічних наук, професор, професор кафедри транспортного будівництва та управління майном, Національний транспортний університет, Київ, Україна, e-mail: elenaslavin9@gmail.com, тел.: +380509698109

<https://orcid.org/0000-0002-9709-0078>



Бубела Андрій Володимирович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри транспортного будівництва та управління майном, Національний транспортний університет, м. Київ, Україна, e-mail: bubelaandrey@ukr.net, тел.. +380505535594

<https://orcid.org/0000-0002-5619-003X>



Бондаренко Людмила Петрівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри транспортного будівництва та управління майном, Національний транспортний університет, Київ, Україна, e-mail: luda_bond@ukr.net, тел. +380442803942

<https://orcid.org/0000-0002-8239-065X>



Чечуга Олександр Сергійович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри транспортного будівництва та управління майном, Національний транспортний університет, e-mail: chchuga77@gmail.com, тел. +380662019442

<https://orcid.org/0000-0003-1643-6354>

Анотація: У роботі розглянуто ділянки автомобільних доріг, які влаштовані у вкрай несприятливих, складних гідрологічних та інженерно-геологічних умовах та, відповідно, мають підвищений ризик активізації ерозії укосів підтоплювальних насипів під впливом нахату вітрових хвиль.

Авторами представлено метод з визначення основних параметрів дренажних конструкцій, зокрема зворотних фільтрів, які влаштовують на укосах підтоплювальних насипів. Відіграє роль зворотного фільтра також підготовка під кріплення, яку можуть влаштовувати з одного шару різнозернистого матеріалу або з двох-трьох шарів однорідного матеріалу із різними за крупністю

частками. Зворотний фільтр попереджує механічну суфозію - винесення дрібних часток ґрунту фільтраційним потоком. Кількість та товщина шарів фільтру, а також вид матеріалу для дренажної конструкції підбирається в залежності від матеріалу, з якого влаштовано укіс, та типом зовнішнього кріплення.

Товщину одношарового або двошарового зворотного фільтра визначають з врахуванням висоти накочування хвилі 1%-ї забезпеченості та висоти вітрового нагону води у верхньому б'єфі. В залежності від товщини розраховують крупність частинок зворотного фільтра.

Для визначення параметрів зворотного фільтру авторами розроблено інформаційно-аналітичне забезпечення, яке містить робочий модуль «Зворотній фільтр» для проєктування та влаштування конструкцій укріплення укосів земляного полотна. У роботі розглянуто декілька тестових прикладів розрахунку параметрів зворотного фільтру під укріпленням укосів земляного полотна. За прикладами, у зоні можливого підтоплення земляного полотна, запропоновано два типи кріплення: збірними залізобетонними плитами та кам'яним накидом.

На основі інформаційно-аналітичного забезпечення було проведено числовий експеримент із дослідження залежності необхідної мінімальної товщини зворотного фільтру від висоти хвилі.

Ключові слова: автомобільні дороги, земляне полотно, зворотній фільтр, підтоплювальний насип.

Вступ. Певні ділянки автомобільних доріг розташовуються у вкрай несприятливих, складних гідрологічних та інженерно-геологічних умовах на заплавах та вузьких долинах річок. Такі ділянки мають підвищений ризик активізації ерозії укосів підтоплювальних насипів під впливом нахату вітрових хвиль. Трансформація хвиль обумовлює абразивний вплив, ерозію узбережжя, та транспортних споруд на ньому. У роботі [1] запропоновано теоретико-аналітичний підхід, який полягає в аналізі трансформації хвилі в районі узбережжя Пупо. Розглянуто ретроспективний метод прогнозування утворення хвиль на основі багаторічних спостережень вітрових потоків.

У роботі [2] представлено розроблення моделі для визначення рівня води вздовж річки Даманганга з Аравійського моря. На основі цього дослідження зроблено рекомендації щодо збільшення висоти берега, будівництва транспортних споруд на певній ділянці річки з урахуванням пікового паводкового стоку. Дослідження, яке представлено у роботі [3], спрямоване на аналіз берегової стійкості на основі інженерних властивостей місцевих ґрунтів.

Метою роботи є розроблення методу визначення параметрів зворотного фільтру укісних дренажних конструкцій на підтоплювальних насипах.

Основні завдання роботи:

- запропонувати метод з визначення основних параметрів зворотних фільтрів на укосах підтоплювальних насипів;
- представити загальний інтерфейс програмного модулю «Зворотній фільтр» в інформаційно-аналітичному забезпеченні з проєктування та влаштування конструкцій укріплення укосів земляного полотна;
- розглянути декілька тестових прикладів розрахунку параметрів зворотного фільтру під укріпленням укосів земляного полотна.

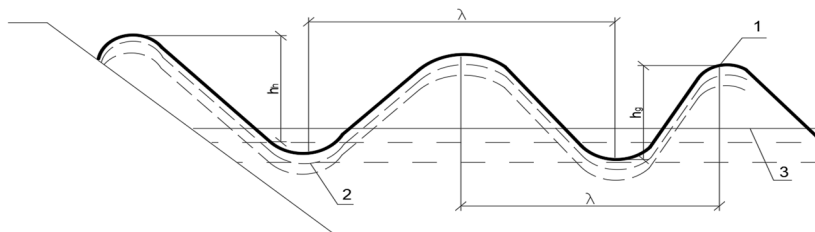
Матеріали та методи досліджень: аналітичні методи; методи математичного моделювання; основні положення гідродинаміки.

Виклад основного матеріалу. Конструктивні форми дренажних пристроїв в практиці будування підтоплювальних насипів можуть бути досить різноманітними. Дренажні пристрої на підтоплювальних насипах проєктуються для попередження виходу фільтраційного потоку на низовий укіс і зону, що може проморожуватися; для пониження депресійної поверхні фільтраційного потоку; для підвищення стійкості низового укосу.

Перевищення відмітки брівки насипу над розрахунковим статичним рівнем води у водоймищі повинно враховувати висоту накочування хвилі 1%-ї забезпеченості, висоту вітрового нагону води у верхньому б'єфі, запас висоти насипу [4]. Висота накочування хвилі залежить від шорсткості і проникності кріплення укосу, від закладання верхового укосу та від крутизни хвилі [5].

Граденти напору фільтраційного потоку при підході до дренажів збільшуються і в місцях виходу в дренаж можуть виникати фільтраційні деформації ґрунту тіла та основи насипу. Для попередження таких деформацій приймальна частина дренажу на контакт з ґрунтом насипу захищається зворотними фільтрами. Зворотний фільтр захищає ґрунт основи від руйнування, можливого внаслідок контактного випору або контактного розмиву.

Зворотний фільтр влаштовується, як правило, з 1-3 шарів незв'язних ґрунтів різної крупності, які укладаються нормально до напрямку руху фільтраційного потоку і в порядку збільшення крупності частинок по ходу фільтрації. Кожний шар влаштовується товщиною порядку 15...20 см та більше. Склад фільтра повинен бути таким, щоб попередити: проникнення частинок ґрунту тіла насипу в шари фільтра; випір ґрунту в пори фільтра в зоні висхідного потоку; розмив ґрунту на контакті з фільтром [6].



Умовні позначки: 1 – вершина хвилі; 2 – підшва хвилі; 3 – розрахунковий рівень;

λ – довжина хвилі, горизонтальна відстань між двома суміжними вершинами або вершинами хвилі, м;

h_g – висота хвилі, вертикальна відстань між вершиною та підшвою хвилі, м; $\frac{h_g}{\lambda}$ – крутизна хвилі, град;

L – довжина розгону хвилі, протяжність водної поверхні, охопленої вітром, що призводить до утворення та розвитку хвилі, км; h_h – висота набігу хвилі на укіс споруди, м.

Рисунок 1 – Елементи вітрової хвилі та її накату на укіс насипу

Figure 1 – Elements of the wind wave and its rolling on the slope of the embankment

Укріплення укосу можуть влаштовуватися не тільки у вигляді кам'яного накиду, а також за допомогою збірних бетонних та залізобетонних плит [5, 6]. Підготовка під укріпленням також відіграє роль зворотного фільтра, може бути виконана із одного шару різнозернистого матеріалу, двох-трьох шарів однорідного матеріалу із різними за крупністю частками, рулонного скловолкна, геотекстилю. Зворотний фільтр попереджує механічну суфозію - винесення дрібних часток ґрунту фільтраційним потоком. Кількість та товщина шарів підготовки, а також вид матеріалу для підготовки вибирається в залежності від матеріалу, яким складено укіс, та тип кріплення, згідно вимог [7]. Основні параметри зворотних фільтрів визначають згідно рекомендацій [8].

Товщину одношарового зворотного фільтра визначають за формулою:

$$t_\phi = 4,75d_\phi \ln \left(\frac{\varphi_p}{12} \cdot \frac{d_\phi}{d_{zp}} \right), \quad (1)$$

де d_{zp} — середній діаметр частинок ґрунту (d_{50}), мм;

d_ϕ — діаметр частинок зворотного фільтра, мм;

φ_p — розрахунковий коефіцієнт за пологості хвилі $\frac{\lambda}{h} < 15$ розрахункове значення φ_p приймають:

$$\varphi_p = \varphi - 0,03 \left(15 - \frac{\lambda}{h} \right), \quad (2)$$

де φ — коефіцієнт, що визначається за графіком залежності від висоти хвилі h і коефіцієнта закладання укосу $m = ctg\alpha$ (α — кут нахилу укосу до горизонту) [8].

Коефіцієнт неоднорідності частинок всередині шару для одношарового фільтра повинен прийматися рівним 5 – 6. Мінімальна товщина одношарового різнозернистого фільтра повинна прийматися: під час будівництва у воді – 30 см, під час будівництва насухо – 20 см.

Якщо, визначена за формулою (1) товщина одношарового фільтра перевищує 35 см під час будівництва насухо і 70 см під час будівництва у воді, то у цьому випадку рекомендується влаштовувати двошаровий зворотний фільтр.

Товщину шарів двошарового фільтра і крупності частинок другого шару визначають за формулами:

$$t_{\phi_1} = 4,75d_{\phi_1} \ln \left(\frac{\varphi}{12} \cdot \frac{d_{\phi_1}}{d_{\phi_2}} \right), \quad (3)$$

$$t_{\phi_2} = 4,75d_{\phi_2} \ln \left(\frac{\varphi}{12} \cdot \frac{d_{\phi_2}}{d_{cp}} \right), \quad (4)$$

де t_{ϕ_1} і t_{ϕ_2} – товщина верхнього і нижнього шарів фільтра, м;

d_{ϕ_1} і d_{ϕ_2} – середній діаметр частинок верхнього і нижнього шарів фільтра, мм.

Коефіцієнт неоднорідності всередині шарів η приймається рівним: для верхнього шару 2 – 3; для нижнього шару 6 – 8.

Мінімальну товщину кожного шару фільтра приймають: під час будівництва у воді – 25 см; під час будівництва насухо – 10 см.

Для укріплення укосів збірними бетонними та залізобетонними плитами використовують одношарові та багатошарові зворотні фільтри (суцільні, багатошарові, стрічкові під швами осідання).

Крупність частинок одношарового зворотного фільтра або верхнього шару двошарового фільтра визначають за формулою:

$$d_{\phi} = 1,5 \cdot t_{ш}, \quad (5)$$

де d_{ϕ} – діаметр частинок зворотного фільтра, мм;

$t_{ш}$ – ширина шва між плитами, см.

Товщину шарів зворотного фільтра і крупність частинок другого шару визначають за формулами (1) – (3).

На основі методичних рекомендацій [8] та розрахункових формул (1) – (5) за участю авторів розроблено інформаційно-аналітичне забезпечення з проектування та влаштування конструкцій укріплення укосів земляного полотна, одним із робочих модулів якого є модуль «Зворотній фільтр», що дає можливість визначати параметри зворотного фільтра під укріпленням укосів земляного полотна. Загальний інтерфейс даного програмного модулю представлено на рис. 2.

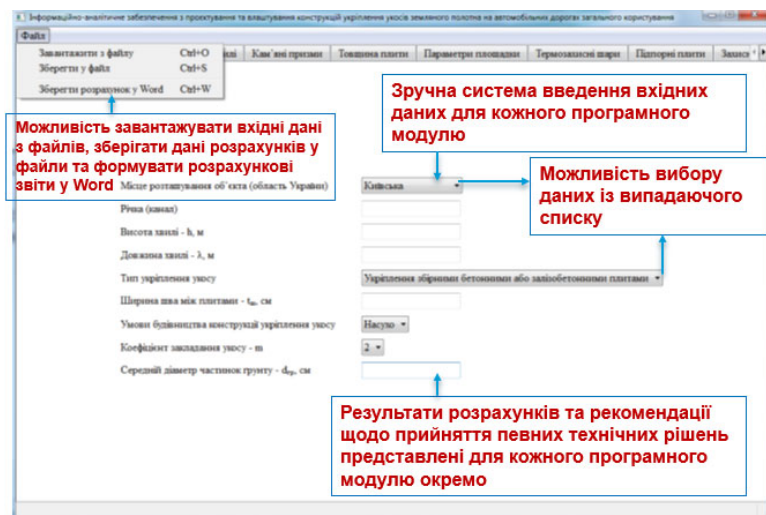


Рисунок 2 – Діалогове вікно програмного модулю ІАЗ «Зворотній фільтр»

Figure 2 – Dialog window of IAS software module "Reverse filter"

Для розрахунку параметрів зворотного фільтра під укріпленням укосів земляного полотна проектувальнику необхідно задати наступні вихідні дані:

- 1) місце розташування об'єкта (область України);
- 2) річка (канал);

- 3) висота хвилі h , м, (рис. 1);
- 4) довжина хвилі λ , м, (рис. 1);
- 5) тип укріплення укосу:
 - а) кам'яне укріплення у вигляді накиду;
 - б) укріплення збірними бетонними або залізобетонними плитами;
- Додатково необхідно задати:
- ширину шва між плитами $t_{ш}$, см;
- 6) умови будівництва конструкції укріплення укосу:
 - а) насухо;
 - б) у воді;
- 7) коефіцієнт закладання укосу m ;
- 8) ґрунт насипу земляного полотна;
- 9) середній діаметр частинок ґрунту d_{ϕ} , мм.

На основі вихідних даних програмний модуль «Зворотній фільтр» рекомендує прийняти одно- або двохшаровий зворотній фільтр і проводить розрахунок необхідної товщини його шарів (рис.3).

Місце розташування об'єкта (область України)	Вінницька
Річка (канал)	
Висота хвилі - h , м	1
Довжина хвилі - λ , м	12
Тип укріплення укосу	Укріплення збірними бетонними або залізобетонними плитами
Ширина шва між плитами - $t_{ш}$, см	2
Умови будівництва конструкції укріплення укосу	Насухо
Коефіцієнт закладання укосу - m	2
Середній діаметр частинок ґрунту - d_{ϕ} , см	0.01
Рекомендовано прийняти двохшаровий фільтр. Необхідно задати діаметри частинок верхнього шару фільтру $d_{\phi 1}$ та нижнього шару фільтру $d_{\phi 2}$	
Діаметр частинок верхнього шару фільтру - $d_{\phi 1}$, см	0.3
Діаметр частинок нижнього шару фільтру - $d_{\phi 2}$, см	0.01
Рекомендовано прийняти фільтр двохшаровий з товщиною верхнього шару 10 см, нижнього шару - 10 см	

Рисунок 3 – Приклад розрахунку параметрів зворотного фільтру на основі програмного модулю ІАЗ «Зворотній фільтр»

Figure 3 – An example of calculating the return filter parameters on the basis of the IAS "Return Filter" software module

Розглянемо декілька тестових прикладів розрахунку параметрів зворотного фільтру під укріпленням укосів земляного полотна.

Приклад 1. У зоні можливого підтоплення земляного полотна необхідно передбачити його укріплення збірними залізобетонними плитами; умови будівництва земляного полотна — «насухо»; ґрунт насипу — дрібнозернистий пісок із середнім діаметром частинок $d_{\phi} = 0,1$ мм; висота хвилі в зоні можливого підтоплення $h = 0,5$ м; довжина хвилі $\lambda = 5$ м; коефіцієнт закладання укосу $m = 3$; ширина шва між плитами $t_{ш} = 1$ см. Визначити параметри зворотного фільтру під укріпленням укосу земляного полотна.

Визначаємо діаметр частинок шару фільтру, що укладається під плити згідно з (5): $d_{\phi} = 1,5 \cdot t_{ш} = 1,5 \cdot 1 = 1,5$ см. Згідно з [8] значення коефіцієнта $\varphi = 1,55$.

Враховуючи, що $\frac{\lambda}{h} = 10 < 15$, визначаємо розрахункове значення φ_p згідно з (2): $\varphi_p = 1,55 - 0,03(15 - 10) = 1,4$. Визначаємо необхідну товщину одношарового зворотного фільтру за формулою (1): $t_{\phi} = 4,75 \cdot 1,5 \ln \left(\frac{1,4}{12} \cdot \frac{1,5}{0,01} \right) \approx 20$ см. Оскільки розрахункова товщина зворотного фільтру не перевищує 35 см, приймаємо одношаровий фільтр з товщиною фільтруючого шару 20 см із щебеню з діаметром частинок $d_{\phi} = 1,5$ см.

Приклад 2 У зоні можливого підтоплення земляного полотна необхідно передбачити його укріплення збірними залізобетонними плитами; умови будівництва земляного полотна — «насухо»; ґрунт насипу – дрібнозернистий пісок із середнім діаметром частинок $d_{\phi} = 0,1$ мм; висота хвилі в зоні можливого підтоплення $h = 1$ м; довжина хвилі $\lambda = 12$ м; коефіцієнт закладання укосу $m = 2$; ширина шва між плитами $t_{ш} = 2$ см. Визначити параметри зворотного фільтра під укріпленням укосу земляного полотна.

Визначаємо діаметр частинок шару фільтра, що укладається під плити згідно з (5): $d_{\phi} = 1,5 \cdot t_{ш} = 1,5 \cdot 2 = 3$ см. Згідно з [8] значення коефіцієнта $\varphi = 2,25$.

Враховуючи, що $\frac{\lambda}{h} = 10 < 15$, визначаємо розрахункове значення φ_p згідно з (2): $\varphi_p = 2,25 - 0,03(15 - 6) \approx 2$. Визначаємо необхідну товщину одношарового зворотного фільтра за формулою (1): $t_{\phi} = 4,75 \cdot 3 \ln\left(\frac{2}{12} \cdot \frac{3}{0,01}\right) \approx 56$ см. Оскільки розрахункова товщина шару зворотного фільтра більша ніж 35 см, проєктування одношарового зворотного фільтра є не можливим і виникає необхідність у проєктуванні двошарового фільтра. Для цього приймаємо: перший шар фільтру — щебінь із середнім діаметром частинок $d_{\phi_1} = 3$ см, другий шар – гравій із середнім діаметром частинок $d_{\phi_2} = 3$ мм.

Визначаємо товщину першого шару двошарового зворотного фільтра згідно з (1): $t_{\phi_1} = 4,75 \cdot 3 \ln\left(\frac{2}{12} \cdot \frac{3}{0,3}\right) \approx 7$ см. Приймаємо $t_{\phi_1} = 10$ см. Визначаємо товщину другого шару двошарового зворотного фільтра згідно з (1): $t_{\phi_2} = 4,75 \cdot 0,3 \ln\left(\frac{2}{12} \cdot \frac{0,3}{0,01}\right) \approx 2,3$ см. Приймаємо $t_{\phi_2} = 10$ см.

Приклад 3 У зоні можливого підтоплення земляного полотна необхідно передбачити його укріплення за допомогою кам'яного накиду; умови будівництва земляного полотна — «насухо»; ґрунт насипу — дрібнозернистий пісок із середнім діаметром частинок $d_{\phi} = 0,1$ мм; висота хвилі в зоні можливого підтоплення $h = 1,5$ м; довжина хвилі $\lambda = 8$ м; коефіцієнт закладання укосу $m = 3$; діаметр частинок зворотного фільтра – 2 см. Визначити параметри зворотного фільтра під укріпленням укосу земляного полотна.

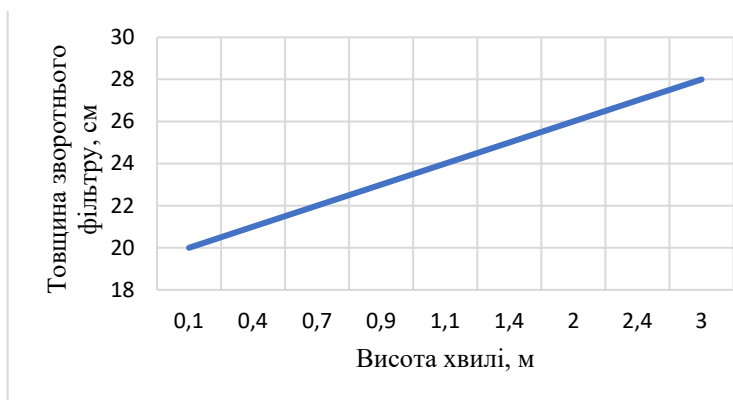


Рисунок 4 – Графік залежності товщини зворотного фільтра від висоти хвилі
Figure 4 – Graph of the dependence of the thickness of the return filter on the height of the wave

Визначаємо необхідну товщину одношарового зворотного фільтра за формулою (1):

$$t_{\phi} = 4,75 \cdot 2 \ln\left(\frac{2,05}{12} \cdot \frac{2}{0,01}\right) \approx 33 \text{ см.}$$

Оскільки розрахункова товщина зворотного фільтра не перевищує 35 см, приймаємо одношаровий фільтр з товщиною фільтруючого шару 33 см із щебеню з діаметром частинок $d_{\phi} = 2$ см.

На основі інформаційно-аналітичного забезпечення було проведено числовий експеримент, спрямований на вивчення взаємозв'язку між висотою хвиль та мінімальною товщиною зворотного фільтра (рис.4).

Висновки. Запропоновано метод визначення основних параметрів дренажних конструкцій на укосах підтоплювальних насипів. Наведено залежності для розрахунку товщини та крупності частинок шарів зворотного фільтра.

Представлено загальний інтерфейс програмного модулю «Зворотній фільтр» в інформаційно-аналітичному забезпеченні з проєктування та влаштування конструкцій укріплення укосів земляного полотна. Наведено перелік вихідних даних, на основі яких, за програмним модулем «Зворотній фільтр», рекомендується прийняти одно- або двошаровий зворотній фільтр і проводиться розрахунок необхідної товщини його шарів.

Розглянуто декілька тестових прикладів розрахунку параметрів зворотного фільтру під укріпленням укосів земляного полотна, яке знаходиться у зоні можливого підтоплення. На укосах земляного полотна, укріпленого збірними залізобетонними плитами, під впливом хвилі висотою $h=0,5$ м та довжиною $\lambda=5$ м, достатньо влаштувати одношаровий фільтр з товщиною фільтруючого шару 20 см із щебеню з діаметром частинок $d_{\phi}=1,5$ см. У випадку впливу хвилі висотою $h=1$ м та довжиною $\lambda=12$ м виникає необхідність у проєктуванні двошарового фільтра, товщина кожного шару по 10 см. Перший шар фільтру — щебінь із середнім діаметром частинок $d_{\phi_1}=3$ см, другий шар — гравій із середнім діаметром частинок $d_{\phi_2}=3$ мм.

Перелік посилань

1. Jeffry Dantje Mamoto, Turangan Arens Emily, Muhammad Ihsan Jasin, "The Identification of Wave Transformation At Poopoh Waters," *SSRG International Journal of Civil Engineering*, vol. 6, no. 10, pp. 23-36, 2019. Crossref, <https://doi.org/10.14445/23488352/IJCE-V6I10P104>
2. Akshay Lad, Prof. Jagruti Shah, "Flood Hazard Mapping and 1 D Hydraulic Module for Damanganga River, Valsad district, Gujarat, India," *SSRG International Journal of Civil Engineering*, vol. 8, no. 5, pp. 45-51, 2021. Crossref, <https://doi.org/10.14445/23488352/IJCE-V8I5P105>
3. Swapnali Barman, Mrinal Kumar Dutta, "River Bank Stability Assessment Based on Engineering Properties of Soil Around the Majuli Island of Northeast India," *SSRG International Journal of Civil Engineering*, vol. 8, no. 10, pp. 35-42, 2021. Crossref, <https://doi.org/10.14445/23488352/IJCE-V8I10P106>
4. Хлапук М.М., Шинкарук Л.А., Дем'янюк А.В., Дмитрієва О.А. Гідротехнічні споруди: Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2013. – 241 с.
5. Хлапук М. М., Шумінський В. Д., Вайнберг О. І. [та ін.]; за ред. А. Ф. Дмитрієва. Гідротехнічні споруди: підручник для студ. ВНЗ /– Рівне, 1999. – 326 с.
6. Кірієнко І.І., Химерик Ю.А. Гідротехнічні споруди. Проєктування та розрахунок: підр. для студ. ВНЗ. – К. : Вища школа, 1987. – 253 с. [рос. м.]
7. ДСТУ Б В.2.7-75-98 Будівельні матеріали. Щебінь та гравій щільні природні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій та робіт. Технічні умови.
8. МР В.2.3-37641918-929:2023 Методичні рекомендації з проєктування та влаштування конструкцій укріплення укосів земляного полотна на автомобільних дорогах загального користування / О.С.Славінська, А.В.Бубела, О.С.Чечуга, В.Я.Савенко та ін. – К.:, 2023. – 88с.

METHOD FOR DETERMINING THE PARAMETERS OF SLOPING DRAINAGE STRUCTURES ON FLOOD EMBANKMENTS

Slavinska Olena S., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Professor of the department of Transport construction and property management, e-mail: elenaslavin9@gmail.com, tel.: +380509698109, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelyanovicha – Pavlenko str., 1, <http://orcid.org/0000-0002-9709-0078>

Bubela Andriy V., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, National Transport University, Professor of the Department of Transport Construction and Property Management, e-mail: bubelaandrey@ukr.net, +380505535594, <https://orcid.org/0000-0002-5619-003X>

Bondarenko Liudmyla P., Candidate of Engineering Science (Ph.D.), Associate Professor, Associate Professor of Transport Construction and Property Management, Associate Professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: luda_bond@ukr.net, tel.+380442803942, <https://orcid.org/0000-0002-8239-065X>.

Chechuha Oleksand S., Candidate of Engineering Science (Ph.D.), Associate Professor, National Transport University, Associate Professor of Department of Transport Construction and Property Management, email: chechuga77@gmail.com, tel. +380662019442, Ukraine, 01010, Kyiv, M. Omelianovycha-Pavlenka Str., 1, office 138, id ORCID 0000-0003-1643-6354

Summary .

The paper examines sections of highways that are arranged in extremely unfavorable, complex hydrological and engineering-geological conditions and, accordingly, have an increased risk of intensification of erosion of slopes of flood embankments under the influence of rolling wind waves.

The authors present a method for determining the main parameters of drainage structures, in particular return filters, which are arranged on the slopes of flood embankments. The role of a reverse filter is also played by preparation for fasteners, which can be arranged from one layer of different-grained material or two or three layers of homogeneous material with particles of different sizes. The reverse filter prevents mechanical suffusion - the removal of small soil particles by the filtration flow. The number and thickness of the filter layers, as well as the type of material for the drainage structure, are selected depending on the material with which the slope is made and the type of external fastening.

The thickness of a single-layer or double-layer return filter is determined taking into account the rolling height of the wave of 1% security and the height of the wind surge of water upstream. Depending on the thickness, the particle size of the reverse filter is calculated.

To determine the parameters of the reverse filter, the authors have developed information and analytical support, which contains the working module "Reverse Filter" for the design and installation of structures for strengthening the slopes of the subgrade. The paper discusses several test examples of calculating the parameters of the reverse filter under the reinforcement of subgrade slopes. According to examples, in the zone of possible flooding of the subgrade, two types of fastening are proposed: prefabricated reinforced concrete slabs and stone crochet.

Based on information and analytical support, a numerical experiment was carried out to study the dependence of the required minimum thickness of the reverse filter on the wave height.

Keywords: highways, roadbed, return filter, flooded embankment.

References

1. Jeffry Dantje Mamoto, Turangan Arens Emily, Muhammad Ihsan Jasin, "The Identification of Wave Transformation At Poopoh Waters," *SSRG International Journal of Civil Engineering*, vol. 6, no. 10, pp. 23-36, 2019. Crossref, <https://doi.org/10.14445/23488352/IJCE-V6I10P104>
2. Akshay Lad, Prof. Jagruti Shah, "Flood Hazard Mapping and 1 D Hydraulic Module for Damanganga River, Valsad district, Gujarat, India," *SSRG International Journal of Civil Engineering*, vol. 8, no. 5, pp. 45-51, 2021. Crossref, <https://doi.org/10.14445/23488352/IJCE-V8I5P105>
3. Swapnali Barman, Mrinal Kumar Dutta, "River Bank Stability Assessment Based on Engineering Properties of Soil Around the Majuli Island of Northeast India," *SSRG International Journal of Civil Engineering*, vol. 8, no. 10, pp. 35-42, 2021. Crossref, <https://doi.org/10.14445/23488352/IJCE-V8I10P106>
4. Khlapuk M.M., Shynkaruk L.A., Dem'yanyuk A.V., Dmytriyeva O.A. Hidrotekhnichni sporudy: Navchal'nyy posibnyk. – Rivne: NUVHP, 2013. – 241 s.
5. Khlapuk M. M., Shumins'kyi V. D., Vaynberh O. I. [ta in.]; za red. A. F. Dmytriyeva. Hidrotekhnichni sporudy: pidruchnyk dlya stud. VNZ / – Rivne, 1999. – 326 s.
6. Kiriienko I.I., Khymeryk YU.A. Hidrotekhnichni sporudy. Proyehtuvannya ta rozrakhunok: pidr. dlya stud. VNZ. – K. : Vyshcha shkola, 1987. – 253 s. [ros. m.]
7. DSTU B V.2.7-75-98 Budivel'ni materialy. Shchebin' ta hraviy shchil'ni pryrodni dlya budivel'nykh materialiv, vyrobiv, konstruktsiy ta robit. Tekhnichni umovy.
8. MR V.2.3-37641918-929:2023 Metodychni rekomendatsiyi z proyehtuvannya ta vlashtuvannya konstruktsiy ukriplennya ukosiv zemlyanoho polotna na avtomobil'nykh dorohakh zahal'noho korystuvannya / O.S.Slavins'ka, A.V.Bubela, O.S.Chechuha, V.YA.Savenko ta in. – K., 2023. – 88s.

УДК 656.13:338.47
UDC 656.13:338.47

DOI:10.33744/0365-8171-2023-114.2-113-118

**ТРАНСПОРТНА СТРАТЕГІЯ В ПЕРІОД ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ:
ШЛЯХИ ВІДНОВЛЕННЯ ТА РОЗВИТОК ГАЛУЗІ**

**TRANSPORT STRATEGY DURING MILITARY CONFLICT: PATHS TO RECOVERY AND
INDUSTRY DEVELOPMENT**



Токін Олександр Павлович, кандидат технічних наук, професор кафедри «Виробництво, ремонт та матеріалознавство», Національний транспортний університет, м. Київ, Україна, e-mail: a2atp@meta.ua

<https://orcid.org/0000-0002-7353-4228>



Дубас Роман Іванович, аспірант, Національний транспортний університет, м. Київ, Україна, e-mail: dubas80@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-3577-0808>



Клец Дмитро Михайлович, доктор технічних наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: d.m.klets@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-7463-1030>

Анотація. Транспортна галузь є однією з життєво-важливих галузей економіки України, яка включає в себе розгалужену залізничну мережу, мережу автомобільних шляхів, морські порти та річкові термінали, аеропорти та широку мережу авіаційних сполучень, розгалужену мережу маршрутів громадського пасажирського транспорту, автобусних станцій і вантажних митних терміналів. Це створює необхідні передумови для задоволення потреб користувачів транспорту у наданні транспортних послуг та розвитку бізнесу.

В той самий час, транспортна галузь в цілому задовольняє лише основні потреби населення та економіки в перевезеннях за обсягом, але не за якістю. До того ж, сучасний стан транспортної галузі не повною мірою відповідає вимогам ефективної реалізації євроінтеграційного курсу України, міжнародних стандартів, забезпечення повноцінного виконання взятих Україною міжнародних зобов'язань та інтеграції національної транспортної мережі в Транс'європейську транспортну мережу, що вимагає наявності належних організаційних, кадрових та матеріальних ресурсів й сучасної правової бази.

У європейських країнах горизонт планування розвитку транспортної галузі здебільшого простягається до 2030 року. Відповідно, основним програмним документом, який визначає цілі і завдання для розвитку транспортної галузі України та враховує інтеграцію з європейською транспортною системою, є Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року (далі - Стратегія), затверджена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30.05.2018 № 430-р. Обставини військового стану змушують переглянути пріоритетні цілі та заходи Стратегії. З цією метою Міністерством розвитку громад, територій та інфраструктури України ініційовано перегляд Стратегії з розробленням оновленого плану заходів, до чого залучено консультантів, представників транспортної галузі, а також наукової спільноти.

Під час розроблення оновлених змін до Стратегії використано збалансований підхід, що реагує на майбутнє прогнозоване зростання і зміну попиту на транспортні послуги, сприяючи економічному розвитку, підвищенню якості життя населення та ефективному використанню ресурсів.

Метою оновлення Стратегії є відновлення транспортної інфраструктури, що постраждала внаслідок збройної агресії, на якісно новому рівні, та розбудова інтегрованої до світової транспортної мережі, в тому числі до транспортної системи ЄС, безпечно функціонуючого та ефективного транспортного комплексу України, здатного задовольнити потреби населення та бізнесу у перевезеннях та інших послугах у сфері транспорту, забезпечити обороноздатність держави, конкурентоспроможність та стійкість національної економіки.

Ключові слова: транспортна стратегія, транспортна галузь, шляхи відновлення, транспортна інфраструктура.

Вступ

Транспортна галузь є однією з життєво-важливих галузей економіки України, яка включає в себе розгалужену залізничну мережу, мережу автомобільних шляхів, морські порти та річкові термінали, аеропорти та широку мережу авіаційних сполучень, розгалужену мережу маршрутів громадського пасажирського транспорту, автобусних станцій і вантажних митних терміналів. Це створює необхідні передумови для задоволення потреб користувачів транспорту у наданні транспортних послуг та розвитку бізнесу.

В той самий час, транспортна галузь в цілому задовольняє лише основні потреби населення та економіки в перевезеннях за обсягом, але не за якістю. До того ж, сучасний стан транспортної галузі не повною мірою відповідає вимогам ефективної реалізації євроінтеграційного курсу України, міжнародних стандартів, забезпечення повноцінного виконання взятих Україною міжнародних зобов'язань та інтеграції національної транспортної мережі в Транс'європейську транспортну мережу, що вимагає наявності належних організаційних, кадрових та матеріальних ресурсів й сучасної правової бази.

Метою оновлення Стратегії є відновлення транспортної інфраструктури, що постраждала внаслідок збройної агресії, на якісно новому рівні, та розбудова інтегрованої до світової транспортної

мережі, в тому числі до транспортної системи ЄС, безпечно функціонуючого та ефективного транспортного комплексу України, здатного задовольнити потреби населення та бізнесу у перевезеннях та інших послугах у сфері транспорту, забезпечити обороноздатність держави, конкурентоспроможність та стійкість національної економіки.

Основна частина

Збройна агресія російської федерації докорінно змінила транспортну систему України. На сьогодні через бойові дії на території України та запроваджений воєнний стан, повітряний простір України закритий для польотів цивільної авіації.

Також не здійснюють свою діяльність в штатному режимі більшість чорноморських та азовські морські порти України. З введенням воєнного стану автомобільний та залізничний транспорт виконують надважливі для обороноздатності держави функції – забезпечення можливості евакуації та мобільності населення, переміщення військової техніки та гуманітарних вантажів тощо. Все це у сукупності обумовлює необхідність комплексного розв'язання наявних проблем в транспортній галузі, як тих, що існували до початку повномасштабного вторгнення російської федерації, так і тих, що постали після вторгнення.

У європейських країнах горизонт планування розвитку транспортної галузі здебільшого простягається до 2030 року (див. рис. 1). Відповідно, основним програмним документом, який визначає цілі і завдання для розвитку транспортної галузі України та враховує інтеграцію з європейською транспортною системою, є Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року¹ (далі - Стратегія), затверджена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30.05.2018 № 430-р. Обставини військового стану змушують переглянути пріоритетні цілі та заходи Стратегії. З цією метою Міністерством розвитку громад, територій та інфраструктури України ініційовано перегляд Стратегії з розробленням оновленого плану заходів, до чого залучено консультантів, представників транспортної галузі, а також наукової спільноти.

Під час розроблення оновлених змін до Стратегії використано збалансований підхід, що реагує на майбутнє прогнозоване зростання і зміну попиту на транспортні послуги, сприяючи економічному розвитку, підвищенню якості життя населення та ефективному використанню ресурсів.

Наукова новизна і практична значущість

Повноцінна інтеграція національної транспортної системи до європейської неможлива без гармонізації нормативно-правових та організаційних аспектів функціонування транспортної галузі України з країнами ЄС з метою задоволення потреб населення у перевезеннях та забезпечення розвитку економіки країни, а також повного виконання Україною зобов'язань у сфері транспорту.

Для досягнення мети Стратегії необхідно сформулювати стратегічні цілі, які включатимуть, зокрема, наступні питання:

- відбудова конкурентоспроможної та ефективної транспортної системи;
- якісні пасажирські перевезення та безперешкодна мобільність;
- безпечний для людини та навколишнього середовища енергоефективний транспорт;
- інституційна спроможність, людський капітал та ефективне управління;
- цифровізація управління транспортною системою.

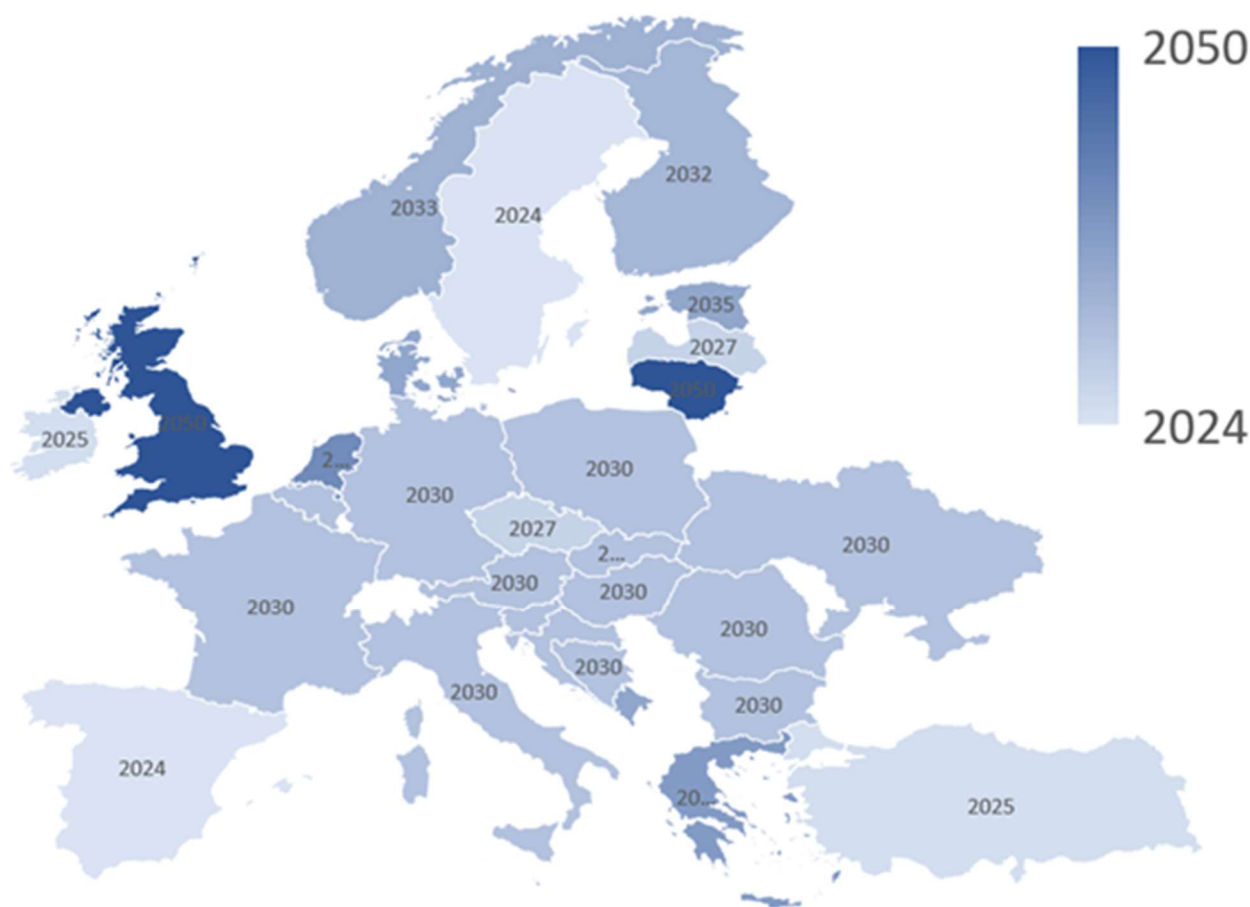


Рисунок 10 – Планування розвитку транспортної галузі у європейських країнах

Figure 10 – Planning the development of the transport industry in European countries

У рамках проведення моніторингу має бути передбачена підготовка та оприлюднення щорічного звіту про стан виконання плану заходів з реалізації Стратегії, та впровадження інформаційної системи для відслідковування результативності досягнення стратегічних цілей, реалізації задач і проектів.

Фінансування заходів Стратегії можливе за рахунок власних коштів суб'єктів господарювання державного сектору економіки у сфері транспорту, коштів державного та місцевих бюджетів, коштів міжнародної технічної допомоги, інших міжнародних донорів та інших джерел, не заборонених законодавством.

Також, з метою реалізації Стратегії, будуть розроблені Плани заходів на періоди 2024-2027 рр. та 2028-2030 рр., які включатимуть визначення ключових завдань та заходів, відповідальний орган, строк виконання; основні етапи; механізм моніторингу, оцінки та перегляду.

Крім того, протягом року після завершення дії на території України воєнного стану Стратегія підлягатиме обов'язковому перегляду.

Висновки

В результаті реалізації оновленої Стратегії прогнозується відновлення транспортної інфраструктури, що постраждала внаслідок збройної агресії, на якісно новому рівні, та розбудова інтегрованої до світової транспортної мережі, в тому числі до транспортної системи ЄС, безпечно функціонуючого та ефективного транспортного комплексу України, здатного задовольнити потреби населення та бізнесу у перевезеннях та інших послугах у сфері транспорту, забезпечити обороноздатність держави, конкурентоспроможність та стійкість національної економіки.

Крім того, передбачається запровадити Моніторинг реалізації Стратегії, який буде проводитися в межах повноважень Кабінету Міністрів України, Мінінфраструктури, інших органів виконавчої влади за участю громадських організацій та об'єднань підприємців, міжнародних організацій.

У рамках проведення моніторингу передбачається підготовка та оприлюднення щорічного звіту про стан виконання плану заходів з реалізації Стратегії, та впровадження інформаційної системи для відслідковування результативності досягнення стратегічних цілей, реалізації задач і проєктів.

Забезпечення ефективного виконання плану заходів з реалізації Стратегії здійснюватиметься з використанням відповідних інструментів моніторингу ключових показників ефективності та посилення інституційної спроможності Мінінфраструктури, інших центральних органів виконавчої влади, діяльність яких спрямовується і координується Кабінетом Міністрів України через Віце-прем'єр-міністра з відновлення України — Міністра розвитку громад, територій та інфраструктури України.

Фінансування реалізації Стратегії здійснюватиметься за рахунок власних коштів суб'єктів господарювання державного сектору економіки у сфері транспорту, коштів державного та місцевих бюджетів, коштів міжнародної технічної допомоги, інших міжнародних донорів та інших джерел, не заборонених законодавством.

Список використаних джерел

1. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року [Редакція від 30 травня 2018 р.]; [Електронний ресурс]//Сайт Верховної Ради України. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80#Text>.
2. План відновлення України [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://recovery.gov.ua/>
3. Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України (Мінінфраструктури). Режим доступу: <https://mtu.gov.ua/>

TRANSPORT STRATEGY DURING MILITARY CONFLICT: PATHS TO RECOVERY AND INDUSTRY DEVELOPMENT

Oleksandr Tokin, Ph.D., Associate Professor, National Transport University, Professor of Production, Repair and Materials Science Department, e-mail: a2atp@meta.ua, tel (044) 280-42-59, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelyanovich Pavlenko str. 1, of. 322, orcid.org/0000-0002-7353-4228

Roman Dubas, PhD student, National University of Transport, e-mail: dubas80@gmail.com, tel. +380501511281, Ukraine, 01010, Kyiv, str. Omelyanovicha-Pavlenka, 1, room 322. <https://orcid.org/0009-0006-3577-0808>

Dmytro Klets, Doctor of Technical Sciences, Professor, Kharkiv National Automobile and Road University, e-mail: d.m.klets@gmail.com, tel. +380956490409, Ukraine, 01010, Kharkiv, str. Yaroslav the Wise 25. <https://orcid.org/0000-0001-7463-1030>

Abstract. The transport sector is one of the vital sectors of the Ukrainian economy, encompassing a comprehensive railway network, road infrastructure, seaports, river terminals, airports, an extensive aviation network, an intricate network of public transportation routes, bus stations, and freight customs terminals. This creates the necessary conditions to meet the transportation needs of users and business development.

However, the transport sector, in its entirety, only partially meets the basic transportation needs of the population and the economy in terms of volume, not quality. Moreover, the current state of the transportation sector does not fully comply with the requirements for the effective implementation of Ukraine's European integration course, international standards, ensuring the full implementation of Ukraine's international obligations, and the integration of the national transport network into the Trans-European Transport Network, which demands appropriate organizational, personnel, material resources, and a modern legal framework.

In European countries, the development horizon for the transport sector mostly extends to 2030. Consequently, the primary programmatic document defining the goals and objectives for the development of Ukraine's transport sector, considering integration with the European transport system, is the National Transport Strategy of Ukraine for the period up to 2030 (hereinafter referred to as the Strategy), approved by the Cabinet of Ministers of Ukraine on May 30, 2018, No. 430-r. The circumstances of martial law necessitate a review of the priority goals and measures of the Strategy. For this purpose, the Ministry of Community Development, Territories, and Infrastructure of Ukraine initiated a review of the Strategy with the development of an updated action plan involving consultants, representatives of the transport sector, and the scientific community.

During the development of updated amendments to the Strategy, a balanced approach should be employed that responds to the expected future growth and changes in demand for transportation services, contributing to economic development, improving the quality of life, and efficient resource utilization.

The aim of updating the Strategy is to restore the transport infrastructure affected by armed aggression to a qualitatively new level and to build an integrated transport network linked to the global transportation system, including the EU's transportation system. This will ensure the safe functioning and efficient transport complex of Ukraine, capable of meeting the transportation and other service needs in the transport sector, ensuring the defense capability of the state, competitiveness, and resilience of the national economy.

Key words: transport strategy, transport industry, ways of recovery, transport infrastructure

References

1. National transport strategy of Ukraine for the period until 2030 [Editorial dated May 30, 2018]; [Electronic resource]//Site of the Verkhovna Rada of Ukraine. – Access mode: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80#Text>. [in Ukrainian].
2. Ukraine recovery plan [Electronic resource]. Access mode: <https://recovery.gov.ua/> [in Ukrainian].
4. The Ministry for Communities, Territories and Infrastructure Development of Ukraine (Ministry of Infrastructure). Access mode: <https://mtu.gov.ua/>

**ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ПОТРІЙНИХ ОРГАНОМІНЕРАЛЬНИХ
КОМПЛЕКСІВ У ДОРОЖНІХ ЦЕМЕНТОБЕТОНАХ**

**EFFECTIVENESS OF USE OF TRIPLE ORGANOMINERAL COMPLEXES IN ROAD
CEMENT CONCRETE**



Толмачов Сергій Миколайович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри технології дорожньо-будівельних матеріалів і хімії, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, tolmachov.serg@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1011-3861>

Анотація. Поліпшення експлуатаційних характеристик покриттів доріг та аеродромів із цементобетону значною мірою залежить від застосовуваних хімічних добавок. Крім цих добавок у монолітних бетонах для промислового та житлового будівництва широко застосовують мінеральні добавки. Ці добавки отримали назву мікронаповнювачі. В Україні для бетонів транспортного призначення ці добавки не використовують. Ймовірно, це пов'язано із вимогами до складу та особливостями роботи дорожніх бетонів. Однак, позитивний досвід застосування мінеральних добавок у складі монолітних бетонів для будівництва доріг за кордоном, а також для промислового будівництва у нас у країні, приведе до необхідності проведення відповідних досліджень. До складу бетонів для дорожнього та аеродромного будівництва повинні обов'язково входити суперпластифікатори та повітрявтягуючі добавки. У статті розглянуто вплив мінеральних добавок, які можуть входити до складу дорожніх бетонів разом із хімічними добавками на властивості дорожніх бетонів. Наведено результати ефективності їх застосування у цьому напрямку.

Ключові слова: суперпластифікатор, повітрявтягуюча добавка, мікронаповнювач, дорожні бетони, структура, міцність, водопоглинення, стиранність, морозостійкість.

Стан питання. Однією з головних завдань сучасної фізико-хімічної механіки дисперсних систем і матеріалів залишається створення матеріалів із заданими властивостями. Для її вирішення, необхідно дослідити особливості та встановити закономірності фізико-хімічних процесів, що відбуваються при структуроутворенні в дисперсних системах, а також встановити залежності між механічними властивостями композиційних матеріалів, їх структурою, а також особливостями їх взаємодії з навколишнім середовищем. Цей шлях був відбитий у роботах І.М.Грушка ще у 60-ті – 70-ті роки минулого століття [1].

У розвитку цих уявлень сьогодні вважається, що в основі створення бетонів з прогнозованими високими фізико-механічними характеристиками лежить застосування нових сучасних добавок.

Досить докладно історія виникнення та застосування добавок описана у вітчизняній і зарубіжній літературі [2,3]. Крім суперпластифікаторів, які вводять у бетонні суміші з метою пластифікації або скорочення витрати води замішування, в бетонні суміші вводять тонкомелені мікронаповнювачі. Їх застосовують разом із суперпластифікаторами з метою ущільнення структури бетону та підвищення міцності. Оскільки мікронаповнювачі виготовляють з мінеральної сировини, вони отримали ще одну назву – мінеральні добавки, оскільки за мінеральним складом вони складаються з одного або декількох породоутворюючих мінералів. Такі комплекси добавок отримали назву органо-мінеральні комплекси. Органо-мінеральні комплекси – це комплекси, що складаються з хімічної (суперпластифікуючої) і мінеральної (мікронаповнювачів типу мікрокремнезем, метакаолін тощо) добавок. Їх застосування дозволяє змінювати експлуатаційні показники таким чином, що бетони, які отримують, можна віднести до високофункціональних бетонів (High Performance Concrete – НРС-бетони) [4,5]. Донедавна ці комплекси застосовували в основному при будівництві будівель та споруд. Особливо ефективно ці комплекси використовували у високорухомих бетонних сумішах, що самоущільнюються.

Однак, в дорожньому будівництві НРС-бетони з такими комплексами практично не застосовують. Це пов'язано з тим, що недостатньо вивчено вплив таких комплексів на кінетику зміни властивостей бетонів у часі (в першу чергу вплив на довговічність), а також з недостатністю інформації про оптимальні кількості кожної з добавок, що вводять до складу бетонних сумішей. Крім того, специфіка бетонних сумішей для дорожнього будівництва передбачає наявність у бетонах додаткової кількості повітря, яке вводять для підвищення довговічності бетонів. Для цього до складу бетонних сумішей вводять спеціальні повітровтягуючі або газоутворюючі добавки. Фактично в дорожніх бетонах обов'язково застосовують комплекс хімічних добавок, який включає суперпластифікатор і повітровтягувальну добавку. Однак, останнім часом, у дорожньому будівництві з'явився новий вид бетонів з високорухливих бетонних сумішей - безперервно армовані бетони. При будівництві покриттів з таких бетонів в стаціонарну опалубку на основу встановлюють безперервну сітку або каркас, в яку заливають високорухому бетонну суміш. Наявність безперервного армування дозволяє не влаштовувати в бетоні поздовжні та поперечні шви.

Таким чином, використання переваг органо-мінерального комплексу у дорожніх бетонах стикається з низкою проблем. Повністю відсутня інформація про те, як буде працювати потрібний органо-мінеральний комплекс, що складається з суперпластифікатора, повітровтягувальної добавки і мінеральної добавки. Перші дві хімічні добавки обов'язкові до застосування в дорожніх цементобетонах верхніх шарів дорожнього покриття і відповідають за міцність і довговічність бетонів. Механізми дії та особливості застосування суперпластифікаторів та повітровтягуючих добавок у дорожніх бетонах досліджені та описані у світовій літературі досить докладно [6,7,8]. У меншій мірі досліджено механізми дії мінеральних добавок, хоча вони також описані у літературі [9,10]. Крім того, через велику різноманітність суперпластифікаторів та мікронаповнювачів єдиної думки щодо ефективності їхньої спільної роботи немає.

Актуальність проблеми. Виходячи з викладеного можливо, що ефективність дії потрібного комплексу в умовах дії агресивних середовищ може знижуватися. Слід враховувати також те, що бетонні покриття з такими комплексами зазвичай виготовляють на основі як помірно жорстких цементобетонних сумішей (які ущільнюються за допомогою бетоноукладальних комплектів), так і помірно рухомих сумішей (які ущільнюються за допомогою віброрейки та інших засобів малої механізації). Це також може впливати на особливості використання комплексів.

Тому актуальним є проведення досліджень щодо визначення впливу органо-мінерального комплексу у складі якого є суперпластифікатор, повітровтягуюча добавка і мікронаповнювач на експлуатаційні властивості дорожнього цементобетону.

Матеріали, що застосовували у роботі. У дослідженнях використовували наступні матеріали. Цемент ПЦ І-500-Н (СЕМІ 42,5 N) виробництва «Волинь-цемент» філії ПРАТ «Дікергофф Цемент Україна». Пісок кварцовий Дніпровських кар'єрів $M_{кр} = 1.9$, вміст пиловатих і глинистих частинок 1.2 %; насипна щільність – 1440 кг/м³. Щебінь гранітний фракцій 5-10 і 10-20 мм Рижівського кар'єру Полтавської області. Добавки системи Sika - повітрявтягуючу добавку Sika Mix Plus, суперпластифікатор Sika 2508 NE. Крім того, використовували мікронаповнювач Універсал ВМ системи РЕЛАКСОЛ. Склад бетонної суміші, кг/м³ : ц – 420, п – 600, щ₅₋₁₀ – 400, щ₁₀₋₂₀ – 800.

Експериментальні дослідження. Однією з головних особливостей дорожніх бетонів є обов'язковий вміст додатково втягнутого повітря. Повітря в бетонні суміші залучають за допомогою повітровтягуючих добавок, які вводять в бетонні суміші разом з водою замішування. Найчастіше ці добавки вводять разом із суперпластифікаторами (якщо вони сумісні між собою).

Основним, для підвищення морозостійкості бетону є повітровтягувальні добавки. Повітровтягувальні добавки збільшують умовно-замкнуту пористість і вміст в бетоні кількості пор, але тим самим приводять до зниження міцності. Тому існують обмеження за об'ємом втягнутого повітря у бетонну суміш. Це особливо важливо для дорожнього цементного бетону, до якого пред'являють підвищені вимоги щодо довговічності і який вже зараз відносять до High Performance Concrete (HPC). Для забезпечення необхідної морозостійкості в бетоні має бути 4...6 % залученого повітря. Ця кількість повітря дозволяє бетонам гарантовано мати марку за морозостійкістю F200. Раніше проведені дослідження показали, що основний обсяг залученого повітря потрапляє в бетонну суміш при введенні повітровтягуючої добавки. Однак є відомості про те, що суперпластифікатори також можуть залучати повітря. Що стосується мікронаповнювачів, то в літературі відсутні відомості щодо впливу цих мікрочастинок на залучення повітря. Також відсутня інформація щодо їхньої поведінки у складі потрійного органо-мінерального комплексу.

Дослідження проводили на бетонних сумішах однакової рухомості (табл.1). Проведені дослідження показали, що при введенні до складу бетонної суміші суперпластифікатора полікарбоксилатного типу кількість залученого повітря зростає на 0.4...0.8%, залежно від витрати суперпластифікатора від 0.5 до 0.8% (склади 1...3). У раніше проведених дослідженнях було встановлено, що оптимальною з точки зору щільності та міцності бетонів є витрата мікронаповнювача Універсал ВМ 5%. Введення наповнювача до складу бетонної суміші призводить до зменшення кількості залученого повітря від 2% до 1.5% у бетонах без добавок (склади 1 і 4).

При введенні цього наповнювача в суміш з суперпластифікатором кількість залученого повітря також знижується на 0.8% (склади 3 і 5). Введення в бетонну суміш потрійного комплексу, що складається з суперпластифікатора, повітрозалучаючої добавки і мікронаповнювача призводить до зменшення кількості залученого повітря в порівнянні з сумішшю без мікронаповнювача с 6 до 5% (склади 8 і 7). Отримані результати показують, що при використанні потрійного комплексу добавок для забезпечення необхідної кількості залученого повітря (4...6%) слід збільшувати витрату повітровтягувальної добавки.

Зазвичай у дорожніх цементобетонах використовують суперпластифікатори та повітровтягувальні добавки. Суперпластифікатори здатні зменшувати водоцементне відношення, що приводить до підвищення міцності. Повітровтягувальні добавки збільшують умовно-замкнену

пористість, але при цьому збільшення об'єму втягнутого повітря призводить до зниження міцності бетону.

Таблиця 1 – Повітрявтягнення в бетонні суміші з добавками

Table 1 – Air entrainment in concrete mixtures with additives

	Склади бетону							
	1	2	3	4	5	6	7	8
В/Ц	0.52	0.46	0.44	0.56	0.48	0.5	0.46	0.44
Sika 2508HE	-	0.5	0.8	-	0.8	-	0.8	0.8
Sika Mix Plus	-	-	-	-	-	0.1	0.1	0.1
Універсал ВМ	-	-	-	5.0	5.0	-	5.0	-
Повітрявтягнення, (%)	2.0	2.4	2.8	1.5	2.0	5.1	5.0	6.0

*витрати добавок вказані у відсотках від маси цементу

Приведені експериментальні дані фізико-механічних випробувань бетону з різними добавками показують, що міцність бетону з суперпластифікуючою добавкою становить 45,1 МПа (табл.2).

Таблиця 2 – Експлуатаційні показники бетонів з органо-мінеральним комплексом

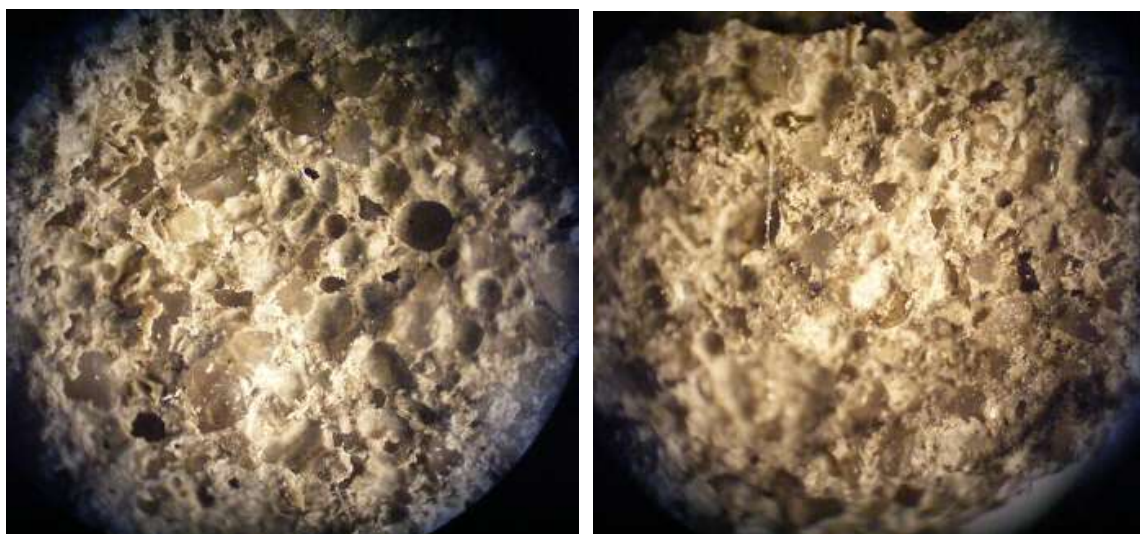
Table 2 – Performance indicators of concretes with an organo-mineral complex

Вид та кількість добавок, % від m_c	Міцність, МПа	Середня щільність, г/м ³	Стираність, гр/см ²	Водопоглинання, % за масою
Sika 2508HE 0,8%	45,1	2415	0,23	2,1
Sika 2508HE 0,8% +Sika Mix Plus 0,1%	38,2	2370	0,26	2,3
Sika 2508HE 0,8% + Sika Mix Plus 0,1% + Універсал ВМ 5%	54,0	2420	0,18	1,5

Але при введенні до складу бетону разом з суперпластифікатором повітровтягувальної добавки міцність бетону знижується на 15 %, до 38.2 МПа. Введення повітровтягуючої добавки призводить не тільки до збільшення вмісту залученого повітря, але і до зниження середньої щільності бетону. Одночасно на 10....13% підвищується стираність та водопоглинання бетонів.

Застосування мікронаповнювача Універсал ВМ у складі потрійного органо-мінерального комплексу призводить до значного підвищення міцності бетонів. Міцність бетонів зростає на 25% у порівнянні з бетонами без мікронаповнювача. При цьому незважаючи на те, що середня щільність бетонів не змінилася, стираність бетонів зменшилася на 28% і на 40% знизилася водопоглинання

Оптико-мікроскопічні дослідження зразків бетону показали, що застосування мікронаповнювача у складі потрійного органо-мінерального комплексу призводить до значною мірою зміни якості мезоструктури бетону (рис.1). Істотно зменшується загальна кількість пір і знижується їхній радіус. Це підвищує однорідність структури бетону та зменшує кількість її дефектів, що призводить до зростання щільності, міцності та зниження водопоглинання та стираності бетону.



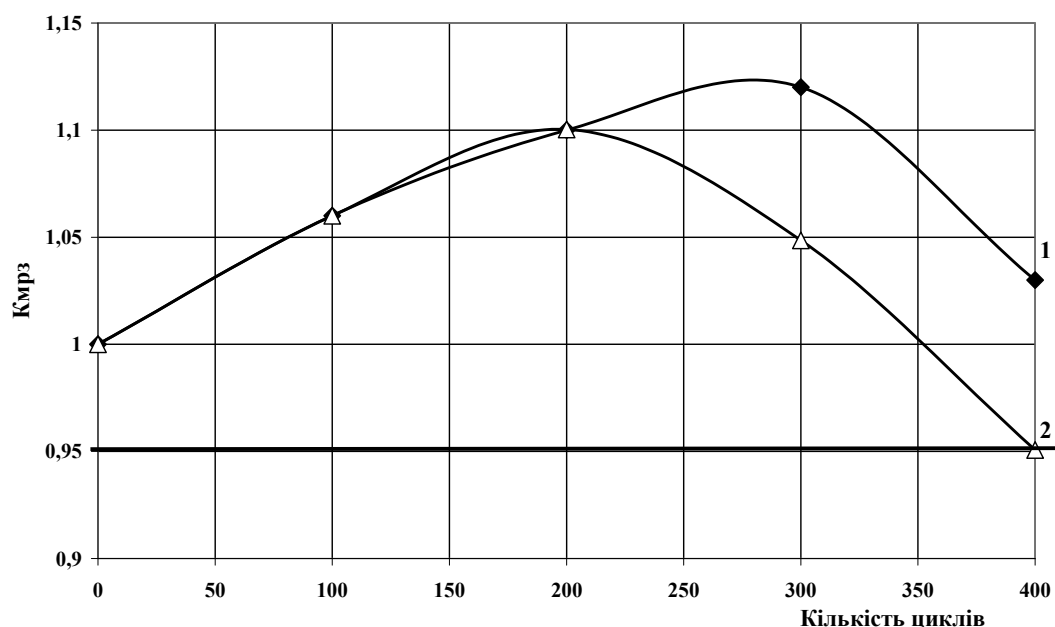
а)

б)

а) склад з СП + ПВ; б) склад з СП + ПВ + МКН

Рисунок 1 – Оптико-мікроскопічне зображення структури бетону з різними добавками (збільшення $\times 32$)

Figure 1 – Optical microscopic image of the structure of concrete with various additives (magnification $\times 32$)



1 - склад з Sika 2508HE 0,8% + Sika Mix Plus 0,1% + Універсал ВМ 5%;

2 - склад з Sika 2508HE 0,8% + Sika Mix Plus 0,1%

Рисунок 1 – Морозостійкість бетонів з різними добавками

Figure 1 – Frost resistance of concrete with various additives

Підвищення однорідності бетонів з потрійним органомінеральним комплексом призводить не тільки до поліпшення міцності та щільності бетонів, зниження їх водопоглинання та стирання, але й забезпечує підвищення їх морозостійкості (рис.2). Про це свідчить зсув максимуму коефіцієнта морозостійкості у бік збільшення (з 200 циклів випробування до 300 циклів) при випробуванні бетонів на морозостійкість.

Висновки

1. Встановлено, що введення мікронаповнювача до складу органо-мінерального комплексу призводить до зменшення кількості залученого повітря у складі бетонної суміші.
2. Показано, що застосування мікронаповнювача у складі бетону спільно з суперпластифікатором і повітровтягувальною добавкою призводить до зростання його міцності, зниження стираності та водопоглинання.
3. Застосування мікронаповнювача Універсал ВМ у складі потрійного органомінерального комплексу призводить до принципової зміни якості мезоструктури бетону : підвищення щільності, зниження радіусу і кількості пор.
4. Встановлено, що морозостійкість бетонів з потрійним органомінеральним комплексом підвищується

Перелік посилань

1. Грушко І.М. Довговічність бетону при спільній дії середовища та механічного навантаження / І.М. Грушко, Є.Б. Кіреєва // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво, 1978. – № 23. – С. 64 – 68.
2. Гоц В.І. Бетони і будівельні розчини / В.І. Гоц. – К.: ТОВ УВПК “ЕксОБ”, К.: КНУБА, 2003. – 472 с.
3. Mario Collepardi Admixtures-enhancing concrete performance / Mario Collepardi // 6-th International Congress, Global Construction, Ultimate Concrete Opportunities, Dundee, U.K. – 5 – 7 July 2005. – 15 p.
4. P.-C.Aïtcin High-Performance Concrete // P.-C.Aïtcin . - published in the Taylor & Francis e-Library, 2004.- 569 p.
5. Шейніч Л.О., Іонов Д.С., Сопов В.П. Особливості процесів структуроутворення цементного каменю, модифікованого комплексною органо-мінеральною добавкою. Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури, Вип. 52, 2013. – С. 308 – 314.
6. Rixom, M. R., Chemical Admixtures for Concrete, // Rixom, M. R. - London: E. & F. N. Spon Ltd.; New York: John Wiley & Sons, Inc., 1978. – 343 p.
7. Sinajko N.P. The mechanism of action of the additives against a frost / N.P. Sinajko, A.P. Likhopud, V.P. Sopov, S.N. Tolmachev// Montazhnye i Spetsial'nie Raboty v Stroitel'stve. – Issue 4. – 2004. – P. 12 – 16.
8. Tolmachov S.N. Research of Road Concrete Stability under Frosty-salt Influence / S.N. Tolmachov // 19 Internationale Baustofftagung, 16-18 September 2015, Bundesrepublik Deutschland: Tagungsbericht. - Weimar, 2015. - Band 2. - P. 2-1159 – 2-1165.
9. Chegyi H. Influence of silica fume on the microstructural development in cement mortars / H. Chegyi, R.F. Feldman // Cement and Concrete Research, 1985. – V. 15. – P. 285 – 294.
10. Метакаолін в будівельних розчинах і бетонах / Л.Й. Дворкін, Н.В. Лушкінова, Р.Ф. Рунова, В.В. Троян]. – К.: Вид-во КНУБіА, 2007. – 216 с.

EFFECTIVENESS OF USE OF TRIPLE ORGANOMINERAL COMPLEXES IN ROAD CEMENT CONCRETE

Sergey Tolmachov, Sc.D, professor, professor at the Department of Road Building Materials Technology and Chemistry in Kharkiv National Automobile and Highway University, tolmachov.serg@gmail.com, +38(057) 707-37-42, <https://orcid.org/0000-0003-1011-3861>

Abstract. Improving the performance characteristics of road and airfield pavements made of cement concrete largely depends from the chemical additives that are used. In addition to these additives, mineral additives are widely used in monolithic concrete for industrial and residential construction. These additives are called microfillers. In Ukraine, these additives are not used for transport concrete. This is probably due to the requirements for the composition and operating characteristics of road concrete. However, the positive experience of using mineral additives in monolithic concrete for road construction in different countries, as well as for industrial construction in our country, leads to the need to conduct appropriate research. The composition of concrete for road and airfield construction must necessarily include superplasticizers and air-entraining additives. The article examines the influence of mineral additives that can be included in road concrete along with chemical additives on the properties of road concrete. The results of the effectiveness of their use in this direction are presented.

Keywords: superplasticizer, air-entraining additive, microfiller, road concrete, structure, strength, water absorption, abrasion, frost resistance.

References

1. Hrushko I.M. Dovichichnist' betonu pry spil'niy diyi seredovyshcha ta mekhanichnoho navantazhennya / I.M. Hrushko, YE.B. Kiryeva // *Avtomobil'ni dorohy i dorozhnye budivnytstvo*, 1978. – № 23. – S. 64 – 68.
2. Hots V.I. Betony i budivel'ni rozchyny / V.I. Hots. – K.: TOV UVPK “EksOb”, K.: KNUBA, 2003. – 472 s.
3. Mario Collepardi Admixtures-enhancing concrete performance / Mario Collepardi // 6-th International Congress, Global Construction, Ultimate Concrete Opportunities, Dundee, U.K. – 5 – 7 July 2005. – 15 p.
4. P.-C.Aïtcin High-Performance Concrete // P.-C.Aïtcin . - published in the Taylor & Francis e-Library, 2004.- 569 p.
5. Sheynich L.O., Ionov D.S., Sopov V.P. Osoblyvosti protsesiv strukturoutvorenniya tsementnoho kamenyu, modyfikovanoho kompleksnoyu orhano-mineral'noyu dobavkoyu. Visnyk Odes'koyi derzhavnoyi akademiyi budivnytstva ta arkhitektury, Vyp. 52, 2013. – S. 308 – 314.
6. Rixom, M. R., Chemical Admixtures for Concrete, // Rixom, M. R. - London: E. & F. N. Spon Ltd.; New York: John Wiley & Sons, Inc., 1978. – 343 p.
7. Sinajko N.P. The mechanism of action of the additives against a frost / N.P. Sinajko, A.P. Likhopud, V.P. Sopov, S.N. Tolmachev// *Montazhnye i Spetsial'nie Raboty v Stroitel'stve*. – Issue 4. – 2004. – P.12 – 16.
8. Tolmachov S.N. Research of Road Concrete Stability under Frosty-salt Influence / S.N. Tolmachov // 19 Internationale Baustofftagung, 16-18 September 2015, Bundesrepublik Deutschland: Tagungsbericht. - Weimar, 2015. - Band 2. - P. 2-1159 – 2-1165.
9. Chegyi H. Influence of silica fume on the microstructural development in cement mortars / H. Chegyi, R.F. Feldman // *Cement and Concrete Research*, 1985. – V. 15. – P. 285 – 294.
10. Metakaolin v budivel'nykh rozchynakh i betonakh / L.Y. Dvorkin, N.V. Lushkinova, R.F. Runova, V.V. Troyan]. – K.: Vyd-vo KNUBiA, 2007. – 216 s.

ВПЛИВ ГЕОСИНТЕТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ НА СТІЙКІСТЬ АРМОГРУНТОВИХ СТІН ДО ГОРИЗОНТАЛЬНИХ ПЕРЕМІЩЕНЬ

THE INFLUENCE OF GEOSYNTHETIC MATERIALS ON THE RESISTANCE OF REINFORCED SOIL WALLS TO HORIZONTAL MOVEMENTS



Фоменко Олена Олександрівна, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, асистент кафедри будівництва та експлуатації автомобільних доріг, e-mail: lensanfom@ukr.net, тел. +380501070802,

<https://orcid.org/0000-0002-4429-1706>



Седов Андрій Віталійович, кандидат технічних наук, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, доцент кафедри будівництва та експлуатації автомобільних доріг, e-mail: avs.1708@ukr.net, тел. +380503011475,

<https://orcid.org/0000-0002-7879-6614>

Анотація. У статті розглянуті конструкції армогрунтових стін з використанням різних типів армуючих елементів. Визначено, що геосинтетичні матеріали більш стійкі до вологості і агресивності середовища, проте вони чутливі до зміни температури і мають здатність деформуватися під навантаженням. Один з механізмів руйнування армогрунтових стін пов'язаний з недостатньою довжиною армуючого елемента. Аналіз досліджень показав, що залежно від властивостей геосинтетичних матеріалів змінюється і величина розподілу переміщень. Вони можуть супроводжуватися утворенням на верху стіни тріщин відриву та нерівномірними по висоті, горизонтальними переміщеннями лицьової частини армогрунтової стіни. В роботі проаналізовані результати оцінки деформації в залежності від фізико-механічних характеристик матеріалів, що застосовуються в конструкції армогрунтових стін, які показали, що найбільший вплив на величину горизонтальних переміщень лицьової частини оказує кут внутрішнього тертя ґрунту заповнювача і осьова жорсткість геосинтетичного матеріалу. Застосування в конструкції армогрунтових стін георешіток з еліптичною формою осередків істотно впливає на величину напруги висмоктування.

Ключові слова: армогрунтова стіна, геосинтетичні матеріали, руйнування, горизонтальне переміщення, кут внутрішнього тертя.

Вступ.

На стійкість земляного полотна впливає багато чинників. Одним з основних, а в більшості випадків головним фактором є вода, вплив якої змінює стан ґрунту та його характеристики міцності [1].

Зі збільшенням висоти насипу підвищується ймовірність її деформації. Так близько 30 % довгостроково експлуатованих насипів заввишки 10-12 м нестійкі, а насипи аввишки понад більше

12 м майже всі зазнавали деформацій [1]. Причому деформації на високих насипах періодично повторюються [1, 2].

В якості противодеформаційних заходів, які спрямовані на стабілізацію та посилення насипів, найбільшого поширення набули армогрунтові підпірні стіни. До переваг їх використання можна віднести наступне [3, 4]:

- скорочення кількості дренажного ґрунту, оскільки відпадає необхідність відсіпання укосу;
- при посиленні земляного полотна у зоні водопропускних труб різко скорочуються обсяги їх збільшення;
- можливість влаштування стіни в обмежених умовах, у тому числі без перенесення розташованих поруч із земляним полотном об'єктів комунікацій та інфраструктури;
- зниження площі займаної землі, необхідної при влаштуванні споруди, особливо це актуально при розташуванні дороги у великих містах;
- при спорудженні не потрібна спеціальна техніка, використовуються ті самі машини та механізми, що й при спорудженні контрбанкетів.

В даний час в умовах ринкової економіки всі ці переваги стають все більш актуальними, що робить армогрунтові стіни все більш затребуваними.

Виклад основного матеріалу.

У конструкції армогрунтових стін використовуються різні типи армуючих елементів та облицювання, які комбінуються між собою. Армуючі елементи можна розділити на дві основні групи:

- металеві смуги та сітки;
- геосинтетичні матеріали: геосітки, георешітки, геотекстильні матеріали (рис.1).

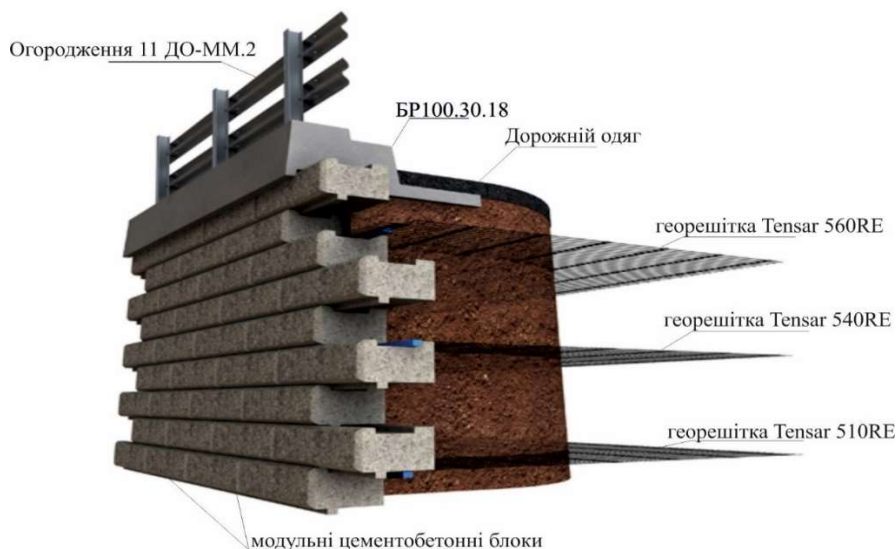


Рисунок 1 – Конструкція підпорної стінки з армованого ґрунту

Figure 1 – Construction of a retaining wall made of reinforced soil

У групах є свої переваги та недоліки. Так металеві армуючі матеріали мають здатність до корозії, що різко може скоротити термін служби споруди. Але вони мало деформуються під навантаженням, тобто, не подовжуються. Геосинтетичні матеріали більш стійкі до вологості і

агресивності середовища, проте вони чутливі до зміни температури і мають здатність деформуватися під навантаженням (рис. 2).

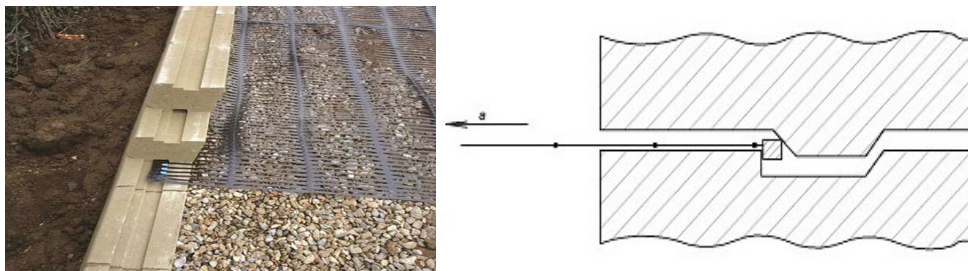


Рисунок 2 – З'єднання блоків облицювання з геосинтетичним армуючим матеріалом
Figure 2 – Connection of facing blocks with geosynthetic reinforcing material

Так щоб уникнути великих деформацій застосовуються геосинтетичні матеріали, у яких подовження при розриві становить не більше 15 %.

Нині геосинтетичні армуючі матеріали повністю витіснили металеві. В якості ґрунту заповнювача армоґрунтових стін на дорогах поки використовують тільки дрінуючі ґрунти: піски і піщано-гравійні суміші.

Один із механізмів руйнування армоґрунтових стін пов'язаний з недостатньою довжиною армуючого елемента та відсутністю дренажу [4].

На основі аналізу досліджень [5] механізм руйнування армоґрунтової стіни, армованої геосинтетичними матеріалами можна представити наступним чином: через недостатню довжину армування, у верхній її частині утворюються тріщини відриву, потім на лицьовій частині стіни відбуваються горизонтальні переміщення за рахунок видавлювання облицювання. У зоні максимальних горизонтальних переміщень, під дією активного тиску ґрунту, видавлюється один із блоків, а потім всі інші (рис. 3).

Аналіз досліджень показав, що залежно від жорсткості облицювання змінюється і величина розподілу переміщень за висотою [5]. Інтенсивні деформації армоґрунтових стін відбуваються в основному в період будівництва та в початковий період експлуатації, а потім відзначається тенденція до їх загасання. Найбільш критичними є горизонтальні деформації. На характер і величину розподілу горизонтальних деформацій в армоґрунтовій стіні впливає [6, 7]:

- жорсткість армуючого елемента;
- довжина армування, тобто, ширина стіни;
- фізико-механічні властивості ґрунту заповнювача;
- тип облицювання.

При висмикуванні георешіток із ґрунту виділяють три основні механізми взаємодії [7]:

- тертя частинок ґрунту по поверхнях георешітки;
- тертя та заклинювання частинок ґрунту в осередках георешітки;
- пасивний опір передньої частини поперечних ребер георешітки.

Що стосується геотекстилю, то для нього характерний лише один механізм – це тертя частинок ґрунту по плоскій поверхні матеріалу.

Перша група факторів, що визначається параметрами зразка ґрунт – геосинтетичний матеріал, описується в роботах Jewell [9], Palmeira і Milligan [8], Dyer [10], Moraci N., Meyer [11] до неї відносяться:

- форма та геометричні характеристики геосинтетичного матеріалу (площа поверхні, розмір осередків, товщина, форма та жорсткість поперечних ребер);
- здатність геосинтетичного матеріалу подовжуватися під навантаженням;
- вологість, щільність ґрунту та середній розмір його частинок.

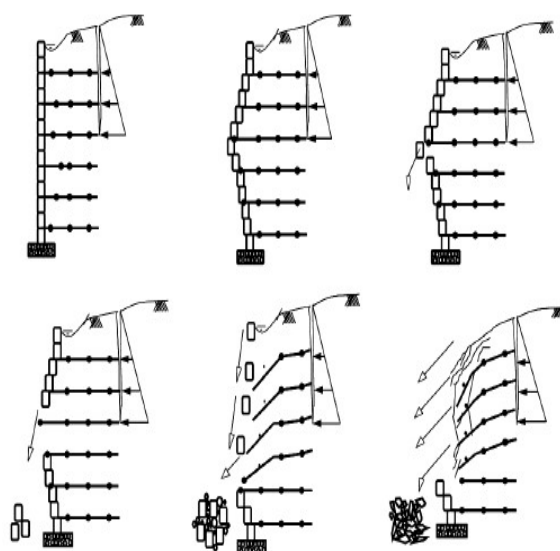
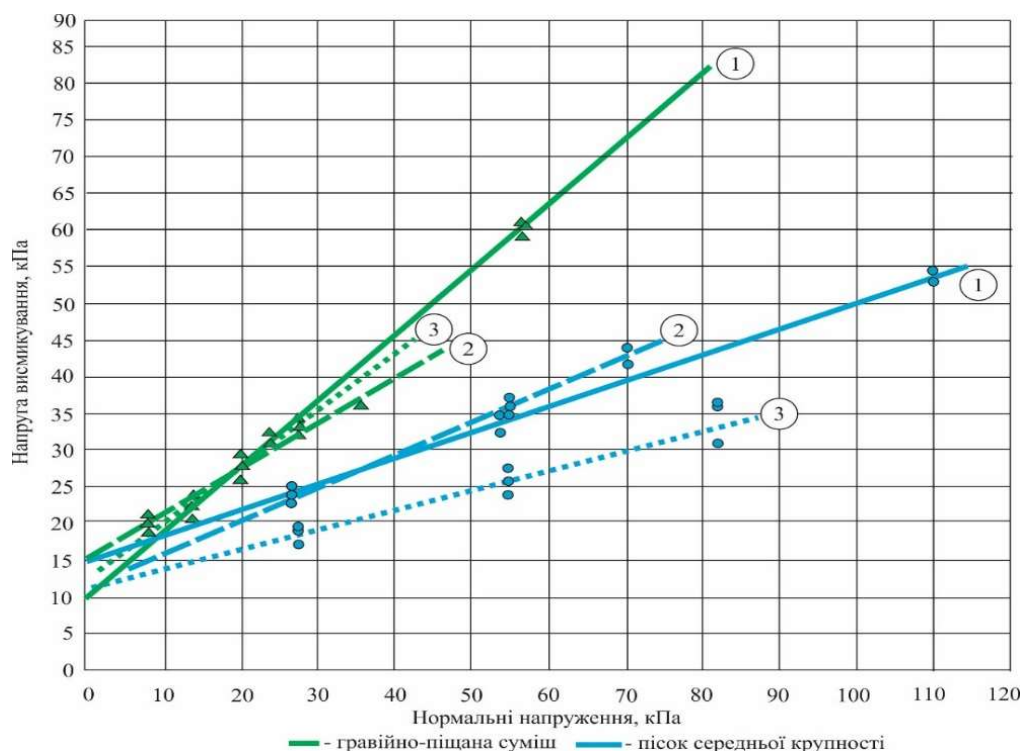


Рисунок 3 – Етапи руйнування армоґрунтової стіни з блоків, армованої геосинтетичними матеріалами [6]

Figure 3 – Stages of destruction of a reinforced soil wall made of blocks, reinforced with geosynthetic materials [6]

Зі збільшенням щільності ґрунту збільшується і коефіцієнт взаємодії при висмикуванні, незалежно від характеристик геосинтетичного матеріалу.

До другої групи належить величина зовнішнього навантаження – вертикального тиску, що впливає на зразок ґрунт – геосинтетичний матеріал, що впливає на напружено-деформований стан (рис. 4).



1 – одновісні георешітки з поліетилену високої щільності з еліптичною формою осередків; 2 – двовісні ткані георешітки з квадратною формою осередків із високоміцних ниток із захисним полімерним покриттям; 3 – геотекстиль тканий із високоміцних поліефірних ниток

Рисунок 4 – Залежність напруг висмикування, від нормальних напружень, що діють на поверхні ґрунт – геосинтетичний матеріал

Figure 4 – Dependence of pullout stresses on normal stresses acting on the surface of the soil - geosynthetic material

При висмикуванні георешітки на поверхнях матеріалу відбувається зсув ґрунту по ґрунту в осередках і зсув ґрунту по поверхні георешітки.

Застосування конструкції армоґрунтових стін георешіток як із еліптичної, і квадратної формою осередків (з розмірами отворів трохи більше 220 мм) істотно впливає на величину напруги висмоктування.

Висновки.

Аналіз причин та їх комбінацій, дали можливість віднести до основних, що призводять до втрати стійкості або значних деформацій армоґрунтових стін, такі: недостатня міцність ґрунту заповнювача; недостатня міцність та жорсткість геосинтетичного армуючого матеріалу; недостатня довжина армування та ширина стіни; відсутність чи неефективність роботи дренажної системи. Інтенсивні деформації армоґрунтових стін відбуваються в основному в період будівництва та в початковий період експлуатації, а потім відзначається тенденція до їх загасання. Найбільш критичними є горизонтальні деформації. Вони можуть супроводжуватися утворенням на верху стіни тріщин відриву та нерівномірними по висоті, горизонтальними переміщеннями лицьової частини армоґрунтової стіни. Проведений аналіз результатів оцінки деформації в залежності від фізико-

механічних характеристик матеріалів, що застосовуються в конструкції армогрунтових стін, показав, що найбільший вплив на величину горизонтальних переміщень лицьової частини оказує кут внутрішнього тертя ґрунту заповнювача і осьова жорсткість геосинтетичного матеріалу.

Перелік посилань

1. Гуртіна Л.Г., Хлапук М.М., Шумінський В.Д. Застосування армування ґрунтових споруд в гідротехнічному та цивільному будівництві. Гідроенергетика України, 1—2/2019. С.72-75
2. Усиченко О.Ю., Харін П.Л. Використання армогрунтових конструкцій тенсар на слабких перезволожених ґрунтах. URL: http://publications.ntu.edu.ua/avtodorogi_i_stroitelstvo/95/096-103.pdf (дата звернення: 18.09.2023).
3. ГБН В.2.3-218-548:2010 Споруди транспорту. Армогрунтові підпірні стінки для автомобільних доріг. [Чинний від 2011-04-01] Від. офіц. Київ 2010. 38 с.
4. ГБН В.2.3-37641918-544:2014 Автомобільні дороги. Застосування геосинтетичних матеріалів у дорожніх конструкціях. Основні вимоги. [Чинний від 2015-05-01] Від. офіц. Київ, 2014. 147 с.
5. Усиченко О.Ю. Визначення зусиль в геосинтетичних полотнах при армуванні зворотної засипки армогрунтових підпірних стін // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – 2003. – Вип. 67 - С. 147-154.
6. Петрович В.В. Розробка математичної моделі розрахунку армованих ґрунтових підпірних стінок і укосів. URL: https://eprints.kname.edu.ua/3901/1/217-224_%D0%9F%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87.pdf (дата звернення: 18.10.2023).
7. Усиченко О.Ю. Огляд експериментальних досліджень по вивченню армувального ефекту геосинтетиків у дорожніх одягах // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – 2001. - Вип. 62. – С.66-74.
8. Palmeira E.M. Scale and other factors affecting the results of pull-out tests of grids buried in sand / Palmeira E.M., Milligan G.W.E. // Geotechnique. 1989. № 39(3). – pp. 511-524.
9. Jewell R. A. Reinforcement bond capacity / Jewell R. A. // Geotechnique. 1990. № 40 (3). pp. 513-518.
10. Dyer M.R. Observation of the stress distribution in crushed glass with applications to soil reinforcement: PhD. Thesis, University of Oxford, UK. 1985. 222 p.
11. Meyer N. Influence of confining pressure, soil density and types of geogrids on soil-geogrid interaction coefficient / MeyerN., NernheimA., Emersleben A. // Intenational e-Conference “Modern Trends in Foundation Engineering: Geotechnical Challenges and Solutions”. 2003. pp. 221-236.

THE INFLUENCE OF GEOSYNTHETIC MATERIALS ON THE RESISTANCE OF REINFORCED SOIL WALLS TO HORIZONTAL MOVEMENTS

Olena Fomenko, Kharkiv National Automobile and Road University, assistant of the department of road construction and operation, e-mail: lensanfom@ukr.net, tel. +380501070802, <https://orcid.org/0000-0002-4429-1706>

Andriy Siedov, Candidate of Technical Sciences, Kharkiv National Automobile and Road University, Associate Professor of the Department of Highway Construction and Operation, e-mail: avs.1708@ukr.net, tel. +380503011475, <https://orcid.org/0000-0002-7879-6614>

Summary. The article deals with the construction of reinforced soil walls using various types of reinforcing elements. It was determined that geosynthetic materials are more resistant to moisture and aggressive environments, but they are sensitive to temperature changes and have the ability to deform under load. One of the mechanisms of the destruction of reinforced soil walls is related to the insufficient length of the reinforcing element. The analysis of research showed that depending on the properties of geosynthetic materials, the size of the displacement distribution also changes. They can be accompanied by the formation of cracks at the top of the separation wall and uneven horizontal movements of the front part of the reinforced soil wall. The work analyzed the results of the deformation assessment depending on the physical and mechanical characteristics of the materials used in the construction of reinforced soil walls, which showed that the angle of internal friction of the aggregate soil and the axial stiffness of the geosynthetic material have the greatest influence on the amount of horizontal movements of the front part. The use of geogrids with elliptically shaped cells in the construction of reinforced soil walls has a significant effect on the amount of suction stress.

Key words: reinforced soil wall, geosynthetic materials, destruction, horizontal displacement, angle of internal friction.

References

1. Gurtina L.G., Khlapuk M.M., Shuminskiy V.D. Application of reinforcement of earthen structures in hydraulic engineering and civil engineering. *Hydropower of Ukraine*, 1-2/2019. P. 72-75
2. Usychenko O.Yu., Kharin P.L. The use of tensor reinforced soil constructions on weak overmoistened soils. URL: http://publications.ntu.edu.ua/avtodorogi_i_stroitelstvo/95/096-103.pdf (access date: 09/18/2023).
3. GBN V.2.3-218-548:2010 Transport structures. Reinforced soil retaining walls for automobile roads. [Effective from 2011-04-01] From officer Kyiv 2010. 38 p.
4. GBN V.2.3-37641918-544:2014 Motor roads. Application of geosynthetic materials in road structures. Basic requirements. [Effective from 2015-05-01] From officer Kyiv, 2014. 147 p.
5. Usychenko O.Yu. Determination of forces in geosynthetic webs during reinforcement of backfill reinforced soil retaining walls // *Automotive roads and road construction*. – 2003. – Issue 67 - pp. 147-154.
6. Petrovych V.V. Development of a mathematical model for the calculation of reinforced soil retaining walls and slopes. URL: https://eprints.kname.edu.ua/3901/1/217-224_%D0%9F%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87.pdf (access date: 10/18/2023).
7. Usychenko O.Yu. Review of experimental studies on the study of the reinforcing effect of geosynthetics in road clothing // *Automotive roads and road construction*. – 2001. - Issue 62. – P.66-74.
8. Palmeira E.M. Scale and other factors affecting the results of pull-out tests of grids buried in sand / Palmeira E.M., Milligan G.W.E. // *Geotechnique*. 1989. No. 39(3). - pp. 511-524.
9. Jewell R. A. Reinforcement bond capacity / Jewell R. A. // *Geotechnique*. 1990. No. 40 (3). pp. 513-518.
10. Dyer M.R. Observation of the stress distribution in crushed glass with applications to soil reinforcement: PhD. Thesis, University of Oxford, UK. 1985. 222 p.
11. Meyer N. Influence of confining pressure, soil density and types of geogrids on soil-geogrid interaction coefficient / Meyer N., Nernheim A., Emersleben A. // International e-Conference “Modern Trends in Foundation Engineering: Geotechnical Challenges and Solutions”. 2003. pp. 221-236.

УДК 528:489
UDC 528:489

DOI:10.33744/0365-8171-2023-114.2-133-142

ТЕОРІЯ ТА МЕТОДИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ
МЕРЕЖ В УМОВАХ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ

THEORY AND METHODS OF GEOINFORMATION MODELING OF TRANSPORT
NETWORKS IN THE CONDITIONS OF THE RUSSIAN-UKRAINIAN WAR



Ляшенко Дмитро Олексійович, доктор географічних наук, доцент, професор кафедри системного проектування об'єктів транспортної інфраструктури та геодезії, Національний транспортний університет. м. Київ, Україна. e-mail: uageog@gmail.com, тел. +380673235684,

<https://orcid.org/0000-0001-5588-0322>

Анотація: В роботі розглянуті завдання, напрями і методи геоінформаційного моделювання транспортних мереж. Дослідження досвіду попередників дозволило визначити сучасні особливості розвитку наземного транспорту, та тренди, що його визначають: зростання попиту на перевезення, зменшення питомих витрат, зміна транспортної інфраструктури та вимоги до безпеки перевезень, пов'язанні з воєнними діями. Визначено, що геоінформаційні системи дозволяють застосувати численні моделі для оцінювання фактичного стану і ефективності мереж транспорту шляхом порівняння витрат часу та коштів для перевезення одиниці маси вантажу. Відмічені величезні фінансові витрати на перевезення вантажів в умовах Російсько-Української війни. Запропоновано основні напрями дій щодо оптимізації мережі автомобільних доріг України з метою підвищення ефективності перевезень.

Ключові слова: транспортні мережі, автомобільні дороги, геопросторові дані, національна інфраструктура геопросторових даних, рельєф, геодезичні методи, мережевий аналіз, оптимізаційні моделі

Вступ. Транспорт в усі часи забезпечував мобільність населення та перевезенням вантажів. Нині, з розвитком людської цивілізації, особливий інтерес викликають дослідження, пов'язанні з тим, як ця мобільність відбувається у конкретних умовах. Наша робота присвячена огляду напрямів досліджень просторових характеристик транспортних мереж в Україні контексті російсько-української війни. За словами французького географа Жана Поля Родріга [7], мобільність обмінює простір на вартість. За тривалу історію розвитку транспорту цей баланс зазнавав змін, але в останні десятиліття витрати на подолання простору зменшуються за рахунок вдосконалення технологій перевезень. Технології дозволяють підвищити пропускну здатність, швидкість та зменшити вартість

транспортування на суходільних, водних та повітряних транспортних коридорах, що означає зростання ефективності перевезень, що особливо важливо під час повномасштабної війни. Слід погодитися, що рушійною силою світової економіки є здатність транспортних систем перевозити великі обсяги вантажів і обслуговувати значну кількість пасажирів. Отже, на початку двадцятого століття географія транспорту фундаментально переосмислюється у зв'язку з глобальними, регіональними та місцевими проблемами.

Уряди країн розробляють стратегії щодо покращення транспортних систем, наприклад, у стратегічному плані Департаменту транспорту США на 2022-2026 фінансові роки [9] іде мова про інвестиції в безпеку транспорту; увага до оптимізації ремонту, реконструкції доріг, мостів та трубопроводів; покращення можливостей здорового та екологічно безпечного транспорту; анонсується перехід до нульових викидів; побудови національної мережі зарядних пристроїв для електромобілів; покращення інфраструктури портів та пунктів пропуску через державний кордон для забезпечення ефективних ланцюгів поставок.

В умовах російсько-української війни завдання розвитку транспортних мереж України повинне зосереджуватися на вирішенні низки важливих завдань, які спрямовані на різні аспекти спроможності України в оборонній, економічній та гуманітарній сферах, зокрема:

- забезпечення швидкого перевезення боєприпасів, військової техніки та військовослужбовців до зони бойових дій;
- організація безпечної евакуації цивільного населення із зони бойових дій, транспортування біженців та внутрішньо-переміщених осіб до місць тимчасового притулку;
- транспортування поранених до медичних установ для лікування та доставка лікарів, медичного обладнання, харчів, води та інших необхідних ресурсів;
- забезпечення комунікації між регіонами для відновлення економічної активності;
- проведення робіт з оптимізації та відновлення доріг та транспортної інфраструктури.

Таким чином, слід зазначити, що в умовах війни транспорт грає критичну роль для оборони, забезпеченні безпеки громадян та ефективного ведення господарства. Поточна ситуація повномасштабної війни в Україні потребує уточнення пріоритетів розвитку транспортної системи країни, зокрема, стосовно розвитку логістики перевезення вантажів, зокрема зміцнення експортного потенціалу. Ефективним інструментом для цього є використання геоінформаційного моделювання та баз геопросторових даних, проте, на жаль, ця тема досліджена недостатньо і потребує додаткових досліджень.

Метою роботи є огляд та узагальнення методів геоінформаційного аналізу та моделювання для завдань оптимізації транспортних мереж України в умовах збройної агресії. Для вирішення цієї мети сформульовані такі завдання:

- здійснити огляд проблем планування та оптимізації мереж автомобільних доріг;
- проаналізувати та узагальнити досвід геоінформаційного моделювання транспортних мереж;
- визначити алгоритми, що доречно використовувати для оптимізації мережі доріг.

Матеріали та методи. Методологічною основою роботи стали теорія політичної географії та картографії, методи геоінформаційного моделювання транспорту, наукові та організаційні засади створення і експлуатації національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД). В якості доступних даних для експериментальних робіт, використано глобальні дані про мережу автомобільних доріг, зокрема «Набір даних із відкритим доступом до глобальних доріг» (gROADSv1), підготовлений Центром міжнародної інформаційної мережі наук про Землю – CIESIN [3], та Центром соціально-

економічних даних і програм NASA (SEDAC) [6], а також геоінформаційна система (ГІС) з відкритим кодом QGIS.

Виклад основного матеріалу. Вагомі емпіричні дані свідчать про те, що важливість транспорту зростає. Можна виділити наступні тенденції розвитку транспортних послуг з урахуванням окупації АР Крим та частини Донецької та Луганської областей, а також повномасштабної війни в Україні:

- Триває загальносвітовий тренд зростання попиту на перевезення різними видами транспорту, що розпочався у двадцятому столітті та характерний для перших десятиліть двадцять першого століття. Таке зростання транспортного попиту, пов'язане з індивідуальною (пасажирською), а також вантажною мобільністю. Зростання попиту на перевезення, що відбулося після подолання пандемії COVID-19 зумовлює більшу кількість пасажирів і вантажів, які перевозяться, а також більшої відстані, на яку вони перевозяться.

- Загальна тенденція зниження рівня витрат на транспортування вантажів та пасажирів. Навіть якщо кілька видів транспорту є дуже дорогими у експлуатації (наприклад, морські судна та авіаційний транспорт), витрати на транспортувану одиницю значно зменшилися за останні десятиліття. Це дозволило долати більші відстані та ще більше використовувати порівняльні переваги різниці ціни товарів завдяки подоланню простору. У результаті, не зважаючи на нижчі витрати, частка транспортних послуг в економіці залишається відносно постійною в часі.

- Розширення географії перевезень та складності транспортної інфраструктури. Ці дві тенденції, вочевидь, розширили вимоги до транспортної інфраструктури як кількісно, так і якісно. Щільність доріг, гаваней, аеропортів, телекомунікаційних мереж та трубопроводів значною мірою розширюється, щоб обслуговувати нові райони та збільшити пропускну здатність існуючих мереж. Таким чином, транспортна інфраструктура стає все важливішим компонентом землекористування, особливо в розвинених країнах.

- Тенденцією останніх десяти років, а особливо у період після початку повномасштабної війни в Україні є переорієнтація напрямків мобільності: повне припинення автомобільного та залізничного сполучення з Російською Федерацією та Білоруссю а також збільшення кількості та обсягів пасажирських та вантажних перевезень в напрямку західних партнерів України із залученням різноманітних видів транспорту. Нині довжина лінії фронту в Україні сягає близько 3,7 тисячі кілометрів (державний кордон з Росією, Білоруссю та невизнаною Придністровською Молдавською республікою) з них активна лінія оборони сягає 1,5 тисячі кілометрів.

На територіальну структуру транспортних мереж, вартість і можливість реалізації транспортних проектів впливають такі особливості ландшафтів, як рельєф місцевості (рівнини, хребти, гори та долини), гідрографія (річки, болота). Інфраструктура наземного транспорту зазвичай будується там, де на території розміщені найменші фізичні перешкоди, наприклад, на рівнинах, уздовж річкових долин, через зручні гірські перевали або, за необхідності, шляхом спорудження тунелів [7].

Ведучи мову про важливість автомобільного транспорту в умовах війни, слід погодитися з колективом авторів [1], які відзначають такі найголовніші напрями розвитку автомобільних доріг в Україні:

- дотримання в Україні вимог до транспортних коридорів і придорожньої інфраструктури та доведення якості автомобільних шляхів України до європейського рівня;

- забезпечення пріоритетного розвитку автомобільних доріг загального користування державного значення;

- розвиток мережі сучасних доріг вищих категорій між усіма обласними центрами та великими промисловими вузлами;

- вдосконалення системи державного управління галуззю дорожнього господарства України;

- запровадження інформаційно-аналітичної системи управління дорожнім господарством.

Використання Геоінформаційних Систем (ГІС) та геодезичних технологій (лідарного знімання, аерофотознімання) для управління та планування транспортною системою країни є очевидним. Нижче розглянемо задачі які можуть виконувати ГІС:

- аналіз конфігурації мережі доріг, визначення їх характеристик та їх облік (ширина, тип дорожнього покриття, рух транспорту тощо);

- вибір оптимальних маршрутів транспортних перевезень; маршрутів перевезень. За допомогою ГІС можна розраховувати оптимальні маршрути для транспортних засобів, враховуючи різні фактори, такі як відстань, час подорожі, дорожні умови, наявність об'єктів обслуговування та інші.

- моделювання руху окремих транспортних засобів (враховувати реальний час руху окремого транспортного засобу, припустимі швидкості руху на різних ділянках доріг та інші фактори для точного визначення оптимальних маршрутів.

- проектування конфігурації нових автомобільних доріг та реконструкції існуючих (детальний аналіз території для визначення оптимальних місць розташування нових доріг.

- моделювання взаємодії нових автомобільних доріг з наявною транспортною інфраструктурою, а також з населеними пунктами, промисловими зонами, природними об'єктами, визначити вплив нових доріг на навколишнє середовище.

- оцінка ефективності автомобільних доріг, враховуючи потенційний транспортний потік, час подорожі та інші параметри.

Проведемо огляд та аналіз досвіду моделювання транспортної інфраструктури та транспортних перевезень за допомогою ГІС та з використанням баз геопросторових даних, які широко застосовується в різних країнах.

Нині набуває популярності спільне використання ГІС та автоматизованих систем підтримки прийняття рішень (СППР). Колектив авторів [4] запропонували розрахувати варіанти маршрутів транспорту, використовуючи аналіз чинників: (1) оцінки придатності для кожного маршруту; (2) кошторисів будівництва; та (3) очікувані витрати на придбання землі. Вивчення балів придатності для кожного маршруту сприяли визначенню найбільш придатних місць для нової транспортної інфраструктури. В своїй докторській дисертації [8] запропонував методику оптимізації маршрутів транспортування товарів на експорт з Ісландії засобами ГІС. Колектив авторів використав ГІС для завдань оптимізації перевезення небезпечних матеріалів [2].

Аналіз та узагальнення цих та інших публікацій дозволило визначити ключові аспекти геоінформаційного моделювання в дослідженнях транспортних мереж. Взагалі функціонал ГІС підтримує шість типів алгоритмів, які дозволяють виконувати аналіз транспортних мереж: (1) знаходити найкоротший маршрут у мережі між двома точками, (2) знаходити оптимальний маршрут враховуючи час проїзду через мережу певної конфігурації за допомогою наявного парку транспортних засобів, (3) визначення зони обслуговування навколо певного пункту обслуговування; (4) побудова та зображення на карті цих зон обслуговування для мережі пунктів; (5) розрахунок транспортної доступності; (6) аналіз міжрайонних транспортних зв'язків.

Розглянемо детальніше сутність цих задач.

1. *Прокладання оптимального маршруту* полягає у знаходженні найшвидшого, найкоротшого або найбільш економічного маршруту між двома заданими точками транспортної мережі, враховуючи різні умови руху: пошук необхідно проводити з урахуванням часу проходження по дугах, часу виконання поворотів у вузлах, а також з урахуванням допустимого напрямку руху в дугах.

2. *Задача комівояжера* - пошук найоптимальнішого маршруту для послідовного обходу заданого набору точок, з урахуванням найкоротших відстаней між ними (алгоритм перебирає різні варіанти порядку обходу цих пунктів).

3. *Пошук найближчих точок обслуговування* - визначення масиву найближчих точок обслуговування для заданої точки на мапі з використанням евклідової відстані, наприклад, автозаправними станціями або магазинами.

4. *Розрахунок зон обслуговування* - поділ території на мапі на певні частини, кожна з яких відповідає околу найближчої точки обслуговування з метою оптимізації обслуговування різних об'єктів (полігони, теселяції або декомпозиції Вороного, названі на честь видатного українського математика Георгія Вороного, або теселяції Діріхле, названі на честь німецького математика, Лежена Діріхле).

5. *Розрахунок транспортної доступності* - визначення мінімального часу, відстані або вартості подорожі від аналізованих об'єктів до обслуговуючих об'єктів, вказівка можливості проїзду. У цьому завданні передбачається, що на карті задано два точкових шари: один з аналізованими об'єктами (наприклад населеними пунктами на карті області), а інший – із деякими обслуговуючими об'єктами (наприклад районними центрами у областях).

6. *Аналіз міжрайонних транспортних зв'язків* - встановлення ступеня взаємозалежності та рівня транспортної забезпеченості різних транспортних районів або поселень відповідно до пересування мережами деякого певного виду транспорту.

Загалом, ГІС надає потужний інструментарій для комплексного аналізу, планування та оптимізації транспортної інфраструктури з урахуванням різноманітних територіальних та екологічних факторів.

Розробка та імплементація геоінформаційної моделі транспорту країни шляхом моделювання транспортних мереж передбачає етапи створення: а) фактологічних карт (наявні автомобільні транспортні мережі); б) оціночні карти (визначення ефективності перевезень вантажів тим або іншим маршрутом); в) карти варіантів оптимізації транспортних мереж (сценарне планування). Власне методологію робіт з геоінформаційного моделювання транспорту найповніше ілюструє схема планування створення ГІС, запропонована відомим фахівцем в галузі ГІС, Роджером Томлінсоном [10]:

1. Обговорення стратегічної цілі моделювання транспортних мереж.
2. Формулювання стратегії планування інформаційної системи.
3. Проведення технологічного семінару на який запрошуються зацікавлені сторони, насамперед, фахівці предметної області, що будуть використовувати систему.
4. Створення опису інформаційних продуктів, які пропонуються до створення.
5. Визначення сфери застосування (широти охоплення) системи.
6. Створення концептуальної структури даних.
7. Вибір логічної моделі даних.

8. Визначення системних вимог до інформаційної системи, що впроваджується в сферу управління.

9. Проведення аналізу витрат / вигод, перехідних процесів та ризиків.

10. Складання плану впровадження системи.

Доцент кафедри транспортних даних (Інститут транспортних досліджень Лідса та Інститут аналітики даних Лідса) Робін Лавлейс [5] зазначає, що основні етапи транспортного планування мають географічні компоненти. Географічні методи можуть доповнювати і в деяких випадках замінювати традиційне моделювання (рисунок 1).

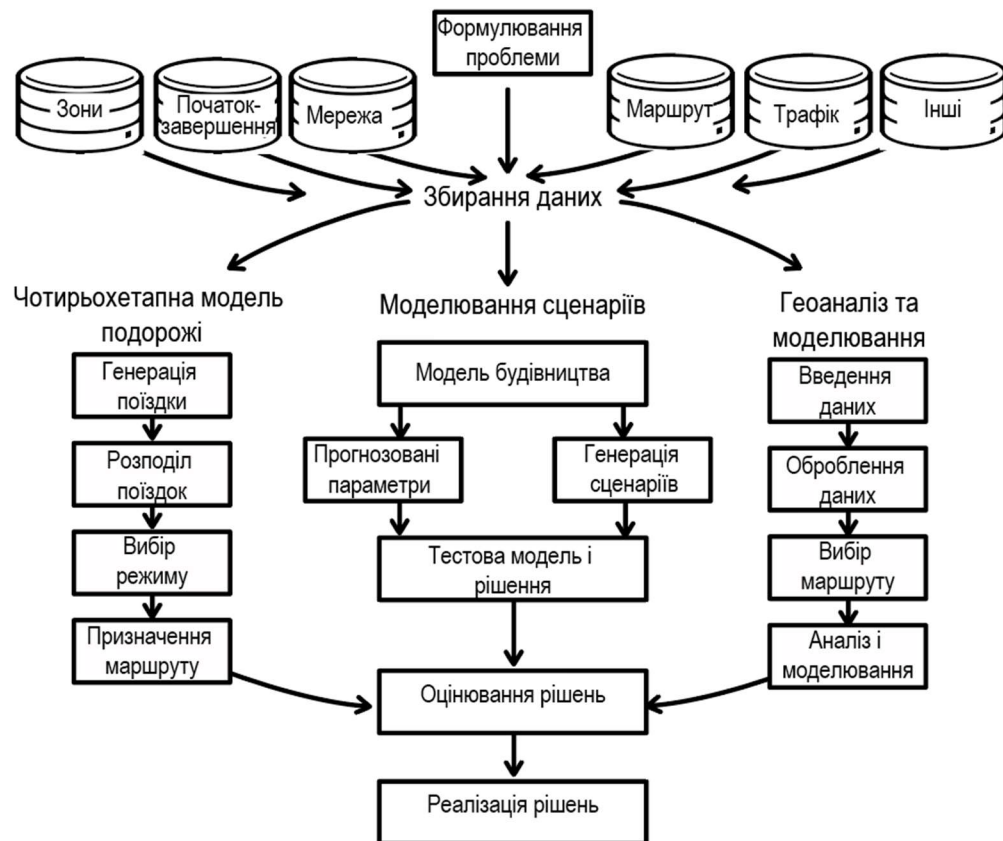


Рис.1.

Географічний аналіз і моделювання для процесу транспортного планування [5]

В цій же роботі [5] автор також наводить класифікацію та описує інструменти з відкритим кодом, які вже використовуються для вирішення проблем транспортного планування: інструменти інтерфейсу командного рядка (CLI); інструменти графічного інтерфейсу користувача (GUI), інструменти веб-інтерфейсу користувача (WUI), інтерфейси програмування веб-додатків (API).

Отже в залежності від масштабу дослідження та конкретних задач оптимізації транспортної системи, принципова схема та набір використаних інструментів може відрізнятися.

В ході робіт було здійснено апробацію застосування окремих функцій ГІС для моделювання транспортних мереж. Для експериментальних робіт було використано програмне забезпечення QGIS та плагін QNEAT3, написаний Клеменсом Раффлером на Python та

інтегрований у QGIS3 Processing Framework. Інструмент реалізує розширені алгоритми аналізу мереж, зокрема, розв'язання задачі *найкоротшого шляху* (рисунок 2), побудова *зон обслуговування* або багатокутників доступності у випадку обчислень руху транспорту вздовж існуючої мережі автомобільних доріг (Isochrone Area); та *обчислення матриці «Початок-Призначення»* також відомої як OD-Matrix (Origin-Destination-Matrix). Усі алгоритми плагіну використовують QGIS3 Python API, класи аналізу, написані мовою C++.

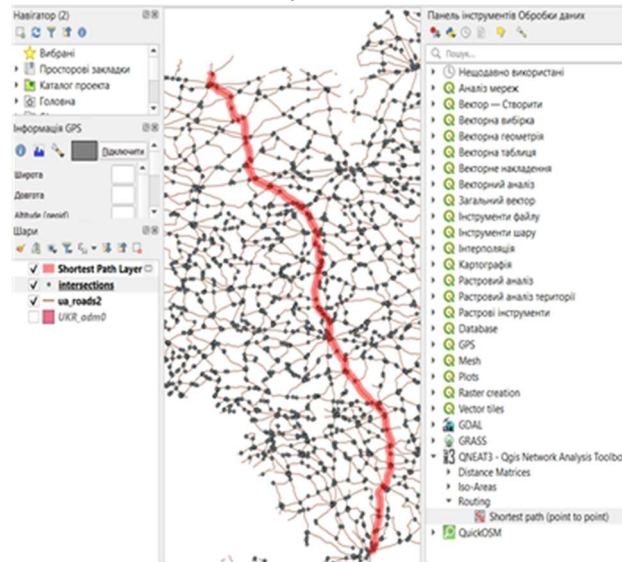


Рис. 2. Побудова найкоротшого шляху від Одеси до північного кордону України в програмному забезпеченні QGIS за допомогою плагіну QNEAT3

Це закладає позитивну основу з точки зору продуктивності алгоритму, оскільки важкі обчислення (наприклад, алгоритм Едсгера Дейкстри) виконуються за допомогою машинного коду C++.

Експериментальні роботи з моделювання транспортних мереж здійснено на масиві відкритих глобальних даних про мережу автомобільних доріг, зокрема «Набір даних глобальних доріг із відкритим доступом» (gROADSv1), підготовлений Центром міжнародної інформаційної мережі наук про Землю CIESIN [3], та Центром соціально-економічних даних і програм NASA (SEDAC) [6]. Слід відзначити, що відкриті дані, зібрані на основі дешифрування дистанційних зображень потребують верифікації. Порівняння використаного набору даних з даними про дорожню мережу з порталу відкритої карти вулиць (OSM) дозволило знайти окремі неточності в мережі. Використання верифікованих даних транспортної мережі в умовах конфлікту дозволить отримати більш якісні результати. Важливим завданням на перспективу є залучення до проекту географів та фахівців транспортної галузі, а також використання для аналізу численних показників територіальної організації транспорту (транспортної забезпеченості, доступності та ефективності використання транспортного потенціалу в регіонах).

Вважаємо, що будь які геоінформаційні моделі повинні враховувати поточний вплив воєнного конфлікту на транспортну інфраструктуру (ракетні обстріли морських портів та портової інфраструктури). Потребує уточнення перелік пунктів пропуску через державний кордон України, інформація про їх пропускну здатність, облаштування тощо. Важливою

складовою даних необхідним для створення адекватної просторової моделі транспортних мереж України є також морські та річкові порти, що дозволяють змодельовати мультимодальні (перевезення двома різними видами транспорту) та інтермодальні (система доставки вантажів у міжнародному сполученні кількома видами транспорту (за єдиним перевізним документом) системи транспортування. Це допоможе визначити вузли інтегрованих систем транспортування вантажів (в контейнерах на літаках, комбіноване наземно-водне перевезення, контейнерно-трейлерне перевезення, комбіноване автомобільно - залізничне перевезення).

Згодом до моделі можуть бути додані аеропорти як додаткові вузли інтегрованих систем транспортування вантажів.

Геоінформаційне моделювання є важливим інструментом визначення стратегій управління транспортними перевезеннями в умовах воєнного конфлікту та на віддалену перспективу.

Висновки

Розгляд та узагальнення масиву публікацій в сфері планування та оптимізації транспортних мереж, зокрема, мережі автомобільних доріг, дав можливість зрозуміти основні напрями підвищення ефективності перевезень до яких належить *зростання глобального попиту на транспортні перевезення, зниження рівня витрат на транспортування, розширення географії перевезень та складності транспортної інфраструктури, припинення транспортного сполучення України з Російською Федерацією й Білоруссю та інтенсифікація транспортного сполучення України з Європейськими країнами.*

Важливим способом подолання проблеми невідповідності існуючої конфігурації та пропускної здатності мережі автомобільних доріг України обставинам повномасштабної збройної агресії Російської Федерації проти України є застосування геоінформаційного моделювання.

Залучення ГІС та баз геопросторових даних здатні допомогти визначити оптимальну конфігурацію транспортних мереж держави. Також відзначимо досвід геоінформаційного моделювання для вирішення ряду актуальних задач в умовах війни: *прокладання оптимальних маршрутів для пасажирських та вантажних перевезень на основі оперативної інформації; вирішенні задачі комівояжера для логістики постачання військ; пошуку найближчих точок обслуговування для ремонту техніки; розрахунку та зображення на мапі зон обслуговування громадян у випадку надзвичайних ситуацій; розрахунку транспортної доступності центрів надання послуг та аналізу міжрайонних транспортних зв'язків.* Особливе місце в цьому контексті слід надати імітаційному моделюванню, яке дозволить розробити та порівняти сценарії розвитку мережі транспорту в сучасних умовах.

Експериментальні розробки з використанням глобального набору даних доріг із відкритим доступом та програмного забезпечення QGIS виявилися успішними, проте виявили аспекти проекту, які потребують доопрацювання (залучення експертів, уточнення і розширення бази геопросторових даних, використання ширшого переліку алгоритмів та показників).

Вважаємо, що перспективним є продовження дослідження з метою визначення переліку методів та алгоритмів придатних для оптимізації мережі автомобільних доріг України в період війни та після її завершення.

Перелік посилань

1. Гамеляк І. П. Про необхідність розбудови мережі швидкісних автомагістралей в Україні [Текст] / І. П. Гамеляк, А. М. Дмитриченко // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. 2018. № 2. С. 107-121.
2. Huang, B., Cheu, R. L., & Liew, Y. S. GIS and genetic algorithms for HAZMAT route planning with security considerations. *International Journal of Geographical Information Science*, 18(8), 2004 p. 769-787.
3. Global Roads Open Access Data Set, Version 1 (gROADSv1). Center for International Earth Science Information Network - CIESIN - Columbia University, and Information Technology Outreach Services. ITOS. University of Georgia. 2013.
4. Kim H. Y. et al. Optimizing high-speed rail routes using a Spatial Decision Support System (SDSS): the Texas Urban Triangle (TUT) case // *Journal of transport geography*. 2014. Т. 34. С. 194-201.
5. Lovelace R. Integrating geographic analysis in transport planning [preprint]. 2021. 26 p. available at <https://eprints.whiterose.ac.uk/153872/>
6. NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC). Palisades, New York: <https://doi.org/10.7927/H4VD6WCT>.
7. Snorrason, B. G. Optimizing transportation of forest seedlings for the Icelandic Forest Service (Doctoral dissertation), 2020. 67 p.
8. Tomlinson, R. F. Thinking about GIS: Geographic information system planning for managers (4th ed). Esri Press. 2011. 256 p.
9. Rodrigue J. P. The geography of transport systems. – Routledge, 2020. 284 p.
10. Strategic Plan. US Department of Transportation (Fiscal Year 2022-26) // 2022. WASHINGTON. 51 p.

THEORY AND METHODS OF GEOINFORMATION MODELING OF TRANSPORT NETWORKS IN THE CONDITIONS OF THE RUSSIAN-UKRAINIAN WAR

Dmytro Liashenko, Doctor of Geographical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of System Design of Transport Infrastructure Objects and Geodesy, National Transport University. Kyiv, Ukraine. e-mail: uageog@gmail.com, tel.+ 380673235684, <https://orcid.org/0000-0001-5588-0322>.

Summary. The paper explores the main methods of geographic information modeling of transportation networks. Studying the experience of predecessors has allowed identifying contemporary features shaping the development of transport, including increased demand for transportation, cost reduction, expansion of transport infrastructure, and safety requirements. It is determined that geographic information systems enable the application of optimization models to assess the actual state and efficiency of transport networks by comparing the time and cost expenditures for transporting a unit mass of cargo. The study highlights significant financial costs for transporting goods in the conditions of the Russian-Ukrainian war. The paper proposes key directions for optimizing the road network of Ukraine with the aim of enhancing transport efficiency.

Keywords: transport networks, automobile roads, geospatial data, national infrastructure of geospatial data, relief, geodetic methods, network analysis, optimization models

References

1. Hamelyak I. P. On the need to build a network of high-speed highways in Ukraine [Text] / I. P. Hamelyak, A. M. Dmytrychenko // Modern technologies, materials and constructions in construction. 2018. No. 2. P. 107-121.
2. Huang, B., Cheu, R. L., & Liew, Y. S. GIS and genetic algorithms for HAZMAT route planning with security considerations. *International Journal of Geographical Information Science*, 18(8), 2004 p. 769-787.
3. Global Roads Open Access Data Set, Version 1 (gROADSv1). Center for International Earth Science Information Network - CIESIN - Columbia University, and Information Technology Outreach Services. ITOS. University of Georgia. 2013.
4. Kim H. Y. et al. Optimizing high-speed rail routes using a Spatial Decision Support System (SDSS): the Texas Urban Triangle (TUT) case // *Journal of transport geography*. 2014. T. 34. C. 194-201.
5. Lovelace R. Integrating geographic analysis in transport planning [preprint]. 2021. 26 p. available at <https://eprints.whiterose.ac.uk/153872/>
6. NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC). Palisades, New York: <https://doi.org/10.7927/H4VD6WCT>.
7. Snorrason, B. G. Optimizing transportation of forest seedlings for the Icelandic Forest Service (Doctoral dissertation), 2020. 67 p.
8. Tomlinson, R. F. Thinking about GIS: Geographic information system planning for managers (4th ed). Esri Press. 2011. 256 p.
9. Rodrigue J. P. The geography of transport systems. – Routledge, 2020. 284 p.
10. Strategic Plan. US Department of Transportation (Fiscal Year 2022-26) // 2022. WASHINGTON. 51 p.

УДК 332.3:528:502.4
UDC 332.3:528:502.4

DOI:10.33744/0365-8171-2023-114.2-143-152

**ІНСТРУМЕНТАРІЙ ФОРМУВАННЯ ГЕОПРОСТОРОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬ РЕГІОНІВ**

**TOOLKIT FOR THE FORMATION OF GEOSPATIAL PROVISION OF REGIONAL
LAND USE**



Мамонов Костянтин Анатолійович, доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Харків, Україна, e-mail: kostia.mamonov2017@gmail.com

<http://orcid.org/0000-0002-0797-2609>



Вяткін Роман Сергійович, кандидат технічних наук, асистент кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Харків, Україна, e-mail: viatkinr@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-8807-9988>



Штерндок Ернест Сергійович, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Харків, Україна, e-mail: shterndok@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0003-1107-7401>



Штерндок Анна Валеріївна, старший судовий експерт лабораторії будівельно-технічних досліджень, Національний науковий центр «Інститут судових експертиз імені Засл. проф. М.С. Бокаріуса», м. Харків, Україна, e-mail: anny13438381@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-9367-6932>

Анотація: Доведено, що у сучасних умовах, які визначаються неоднозначними умовами, що характеризуються зниженням основних показників функціонування регіонів. На регіональному рівні відбувається поглиблення структурних диспропорцій у сфері земельних відносин та зниження

ефективності використання земель. У таких умовах потребує переосмислення підходи до забезпечення позитивних зрушень землекористування на основі застосування сучасного інструментарію для формування геопросторового забезпечення у контексті формування й використання моніторингу, прийняття ефективних рішень.

Визначено, що на недостатньому рівні розроблені теоретичні підходи до формування та застосування геопросторового забезпечення використання земель регіонів, яке представляє собою сукупність просторової інформації, яка створюється шляхом застосування сучасного геоінформаційного інструментарію, що дозволило побудувати геопросторові карти для прийняття обґрунтованих рішень на регіональному рівні.

Досягнута мета дослідження щодо формування геопросторового забезпечення використання земель регіонів. Для досягнення мети вирішені завдання: створення кількісного підґрунтя формування геопросторового забезпечення використання земель на регіональному рівні; побудова геоінформаційних карт використання земель регіонів.

Для зростання ефективності формування та використання земель об'єктів природно-заповідного фонду та створення моніторингової системи запропоновано забезпечити збільшення рівня інформаційно-аналітичного забезпечення й раціонального використання та охорони природних ресурсів на 10%. Це складне завдання здійснюється на основі розробки науково-обґрунтованих рекомендацій щодо формування та використання земель об'єктів природно-заповідного фонду на регіональному рівні та створення моніторингової геоінформаційної системи.

За результатами геоінформаційного аналізу рівня використання земель об'єктів природно-заповідного фонду зроблено висновок про те, що більшість регіонів країни мають несуттєвий рівень інтегрального чинника. При цьому, інші регіони мають помірно несуттєвий рівень інтегрального чинника. Дані результати вказують на відсутність дій щодо формування та використання земель об'єктів природно-заповідного фонду за регіонами, на недосконалість системи моніторингу використання земель об'єктів природно-заповідного фонду, що потребує розробки науково обґрунтованих рекомендацій з розробки моніторингу використання земель об'єктів природно-заповідного фонду регіонів.

Ключові слова: використання земель, об'єкти природно-заповідного фонду регіонів, математичне моделювання, моніторинг, геопросторове забезпечення, карти, геоінформаційні системи.

Вступ. У сучасних умовах, які визначаються неоднозначними умовами, що характеризуються зниженням основних показників функціонування регіонів. Зокрема, скоротилась чисельність населення, спостерігаються диспропорції щодо співвідношення доходів і витрат населення, знижується кількість суб'єктів господарювання, уповільнюється валовий регіональний продукт. За досліджений період відбувається скорочення капітальних інвестицій у всіх регіонах. Слід зазначити, що найнижчий рівень падіння капітальних інвестицій спостерігається у регіонах (Донецький, Луганський, Херсонський), де відбуваються активні бойові дії. За досліджений період відбувається скорочення обсягу сільськогосподарської продукції у більшості регіонах. Аналогічні тенденції спостерігаються і у промисловості за більшістю регіонів. Хвилеподібні тенденції індексу будівельної продукції у регіонах свідчать про нестабільність і асиметрію на регіональному рівні. У 2023 р. відбувається зростання індексу споживчих цін у всіх регіонах, окрім Київського регіону. На недостатньому рівні застосовуються сучасні системи геопросторового забезпечення, що знижує ефективність управління

земельними ресурсами. Поряд з розробленим нормативно-правовим забезпеченням, чітко не визначені напрями та не викоремлені особливості взаємодії стейкхолдерів у частині розподілу повноважень щодо формування та використання земель регіонів.

На регіональному рівні відбувається поглиблення структурних диспропорцій у сфері земельних відносин та зниження ефективності використання земель. У таких умовах потребує переосмислення підходи до забезпечення позитивних зрушень землекористування на основі застосування сучасного інструментарію для формування геопросторового забезпечення у контексті формування й використання моніторингу, прийняття ефективних рішень. Отже, тема дослідження є актуальною і має своєчасний характер.

Матеріали та методи. У роботі застосовані загальнонаукові методи дослідження: систематизації, узагальнення, методології оцінки. Крім того, особливого значення має спеціальні методи геопросторового аналізу, математичного моделювання, виокремлення чинників використання земель на прикладі об'єктів природно-заповідного фонду. Основу для формування кількісних параметрів та результатів дослідження створюють матеріали огляду наукових підходів, нормативно-правового та інформаційно-аналітичного забезпечення щодо використання земель регіонів, інформація, яка представлена на Офіційних сайтах Державної служби статистики України та Державної служби України з питань геодезії, картографії та кадастру.

Огляд існуючих теоретичних розробок. Рівень використання земель, особливості їх формування, створення теоретико-методичної платформи, враховуючи вплив чинників, представлено у розробках [1–4].

Поряд з цим, визначено, що на недостатньому рівні розроблені теоретичні підходи до формування та застосування геопросторового забезпечення використання земель регіонів, яке представляє собою сукупність просторової інформації, яка створюється шляхом застосування сучасного геоінформаційного інструментарію, що дозволило побудувати геопросторові карти для прийняття обґрунтованих рішень на регіональному рівні.

Метою дослідження є формування геопросторового забезпечення використання земель регіонів. Для досягнення мети вирішуються завдання:

- створення кількісного підґрунтя формування геопросторового забезпечення використання земель на регіональному рівні;
- побудова геоінформаційних карт використання земель регіонів.

Виклад основного матеріалу. Для створення кількісного підґрунтя формування геопросторового забезпечення використання земель на регіональному рівні застосовуються результати математичного моделювання та прогнозування змін інтегрального показника рівня використання земель, зокрема об'єктів природно-заповідного фонду.

Визначено, що зростання системного чинника розробки інформаційно-аналітичного забезпечення щодо формування і реалізації моніторингу земель об'єктів природно-заповідного фонду регіонів (EL_2) на 1% обумовлює збільшення інтегрального показника рівня використання земель об'єктів природно-заповідного фонду регіонів (I_{EL}) по регіонах: Вінницькому, Донецькому, Житомирському, Закарпатському, Запорізькому, Івано-Франківському, Кіровоградському, Львівському, Миколаївському, Одеському, Полтавському, Тернопільському, Харківському, Херсонському, Черкаському, Чернівецькому.

Поряд з цим, спостерігається зниження інтегрального показника залежно від зростання системного чинника розробки інформаційно-аналітичного забезпечення щодо формування і реалізації

моніторингу земель у регіонах: Волинському, Дніпропетровському, Київський, Луганському, Рівненському, Сумському, Хмельницькому, Чернігівському. Це свідчить про накопичення проблемних аспектів щодо формування і реалізації моніторингу земель об'єктів природно-заповідного фонду у представлених регіонах. Для забезпечення зростання узагальнюючого показника рівня використання земель об'єктів природно-заповідного фонду у всіх регіонах необхідно здійснити збільшення рівня інформаційно-аналітичного забезпечення щодо формування і реалізації моніторингу земель на 10%.

Аналогічна тенденції спостерігається із змінами інтегрального показника рівня використання земель об'єктів природно-заповідного фонду регіонів залежно від зростання системного чинника рівня раціонального використання та охорони природних ресурсів, що впливає на розробку моніторингу формування земель об'єктів природно-заповідного фонду регіонів (EL_3).

На основі отриманої кількісної основи із застосуванням геоінформаційного інструментарію побудовані геопросторові карти (рис. 1).

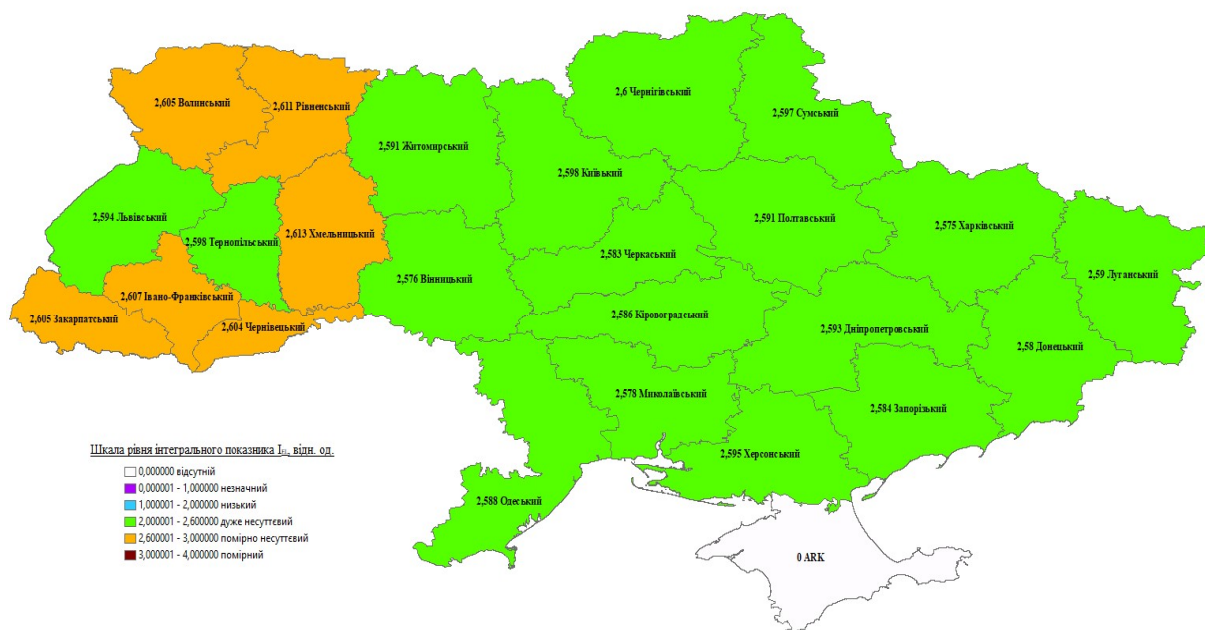


Рисунок 1 – Геоінформаційна карта інтегрального чинника рівня використання земель об'єктів природно-заповідного фонду за регіонами, відн. од.

Figure 1 – Geoinformation map of the integral factor of the level of land use of the objects of the nature reserve fund by region, relative to unit

У результаті розроблена геоінформаційна карта, яка дозволяє візуалізувати рівень використання земель об'єктів природно-заповідного фонду за регіонами, а також здійснювати моніторинг використання земель об'єктів природно-заповідного фонду окремого регіону.

Для розробки системи моніторингу використання земель об'єктів природно-заповідного фонду на регіональному рівні побудовані геоінформаційні моніторингові карти зміни інтегрального чинника рівня використання земель об'єктів природно-заповідного фонду I_{EL} залежно від зростання системного чинника розробки інформаційно-аналітичного забезпечення щодо формування і реалізації моніторингу земель об'єктів природно-заповідного фонду регіонів (EL_2) (рис. 2 (а, б), рис. 3 (а, б)). Вони побудовані на основі результатів математичного моделювання та прогнозування змін

інтегрального показника рівня використання земель об'єктів природно-заповідного фонду регіонів.

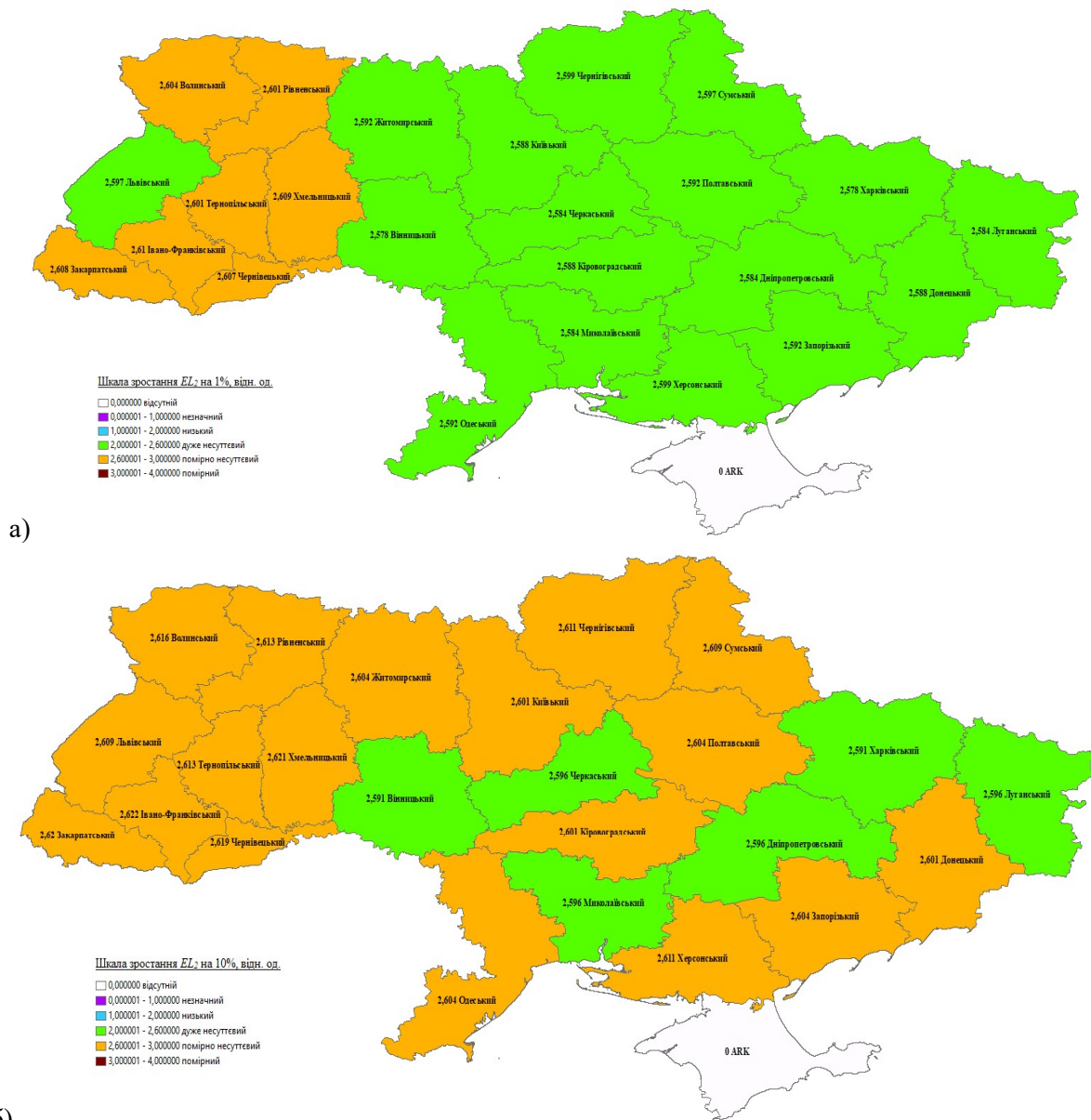


Рисунок 2 – Зміни інтегрального чинника рівня використання земель об'єктів природно-заповідного фонду I_{EL} залежно від зростання системного чинника розробки інформаційно-аналітичного забезпечення щодо формування і реалізації моніторингу земель об'єктів природно-заповідного фонду регіонів (EL_2): а) на 1%, б) на 10%, відн. од.

Figure 2 – Changes in the integral factor of the level of land use of objects of the nature reserve fund I_{EL} depending on the growth of the system factor of the development of information and analytical support for the formation and implementation of land monitoring of objects of the nature reserve fund of regions (EL_2): a) by 1%, b) by 10%, relative unit

У результаті дослідження визначено, що зростання інтегрального чинника рівня використання земель об'єктів природно-заповідного фонду забезпечується при збільшенні системного чинника

розробки інформаційно-аналітичного забезпечення щодо формування і реалізації моніторингу земель об'єктів природно-заповідного фонду регіонів на 10% (рис. 3 (б)). Слід зазначити, красним кольором у геоінформаційній моніторинговій карті відображено від'ємні значення інтегрального чинника рівня використання земель об'єктів природно-заповідного фонду на регіональному рівні (див. рис. 3 (а)). Це підтверджує висновок про те, що забезпечення зростання системного чинника розробки.

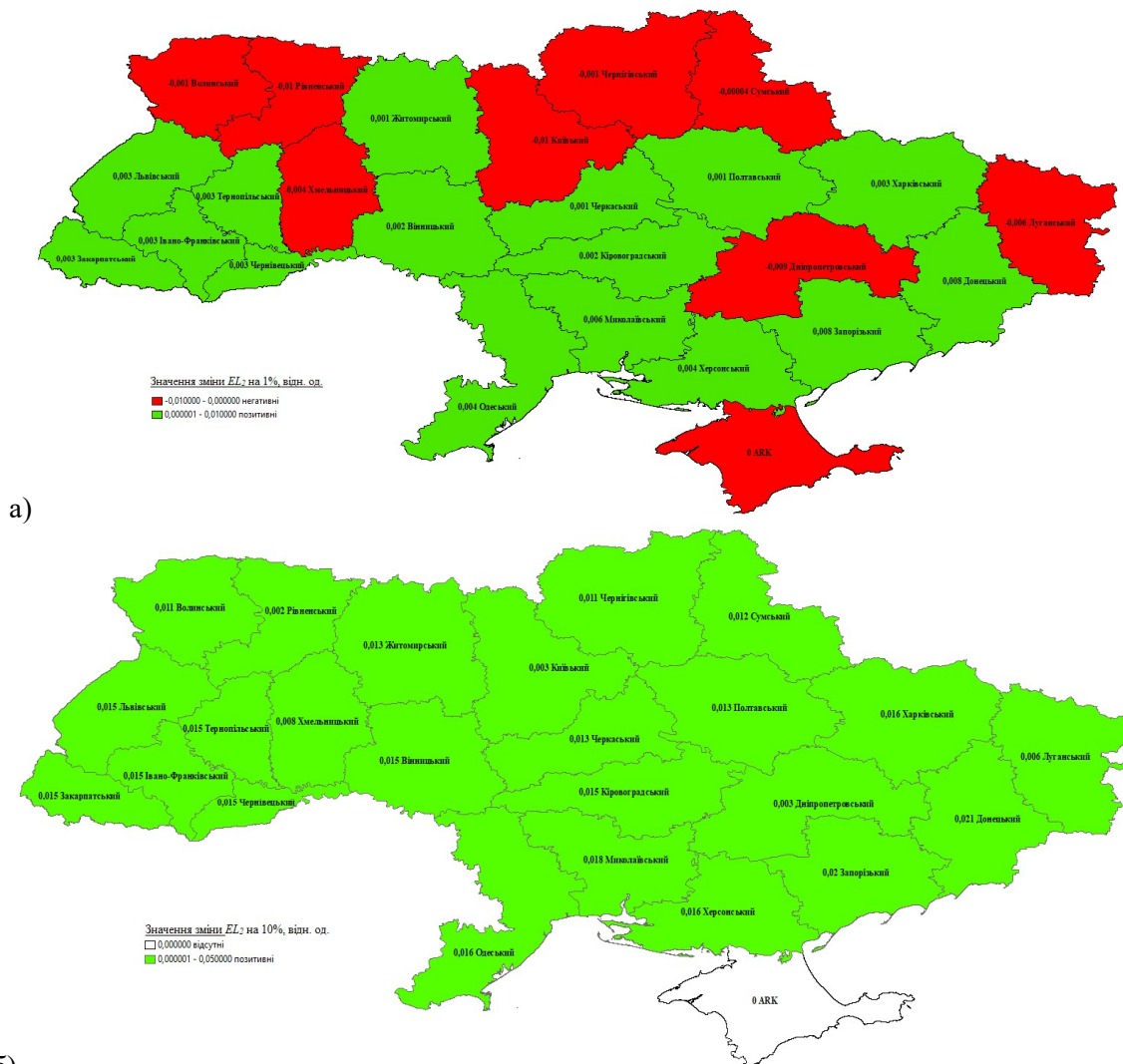
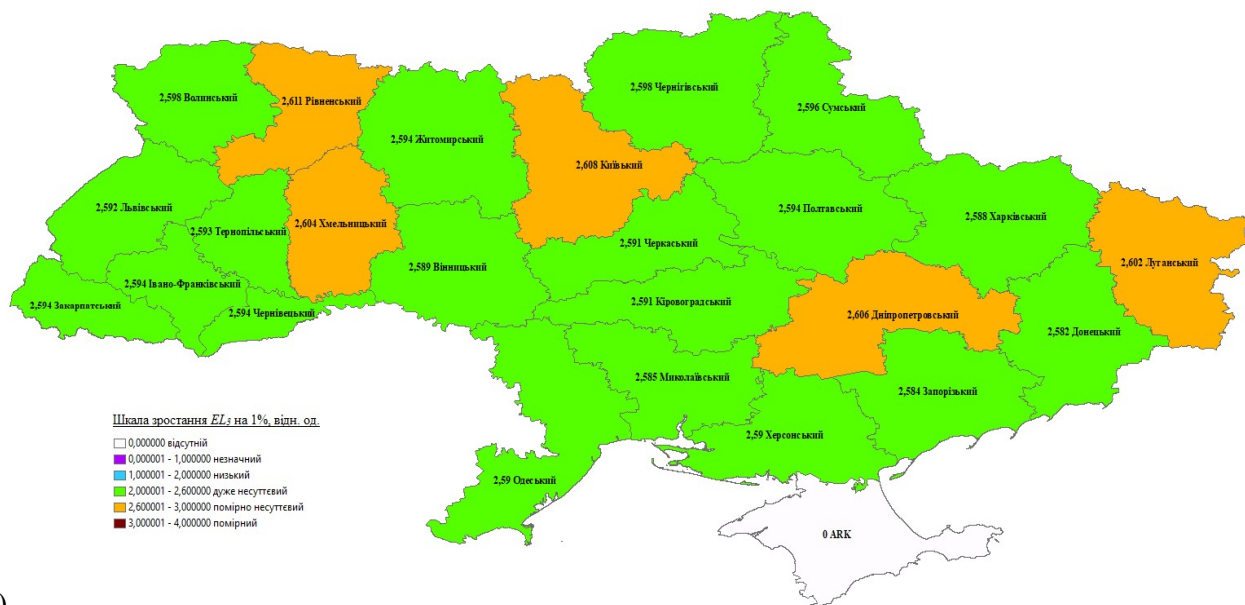


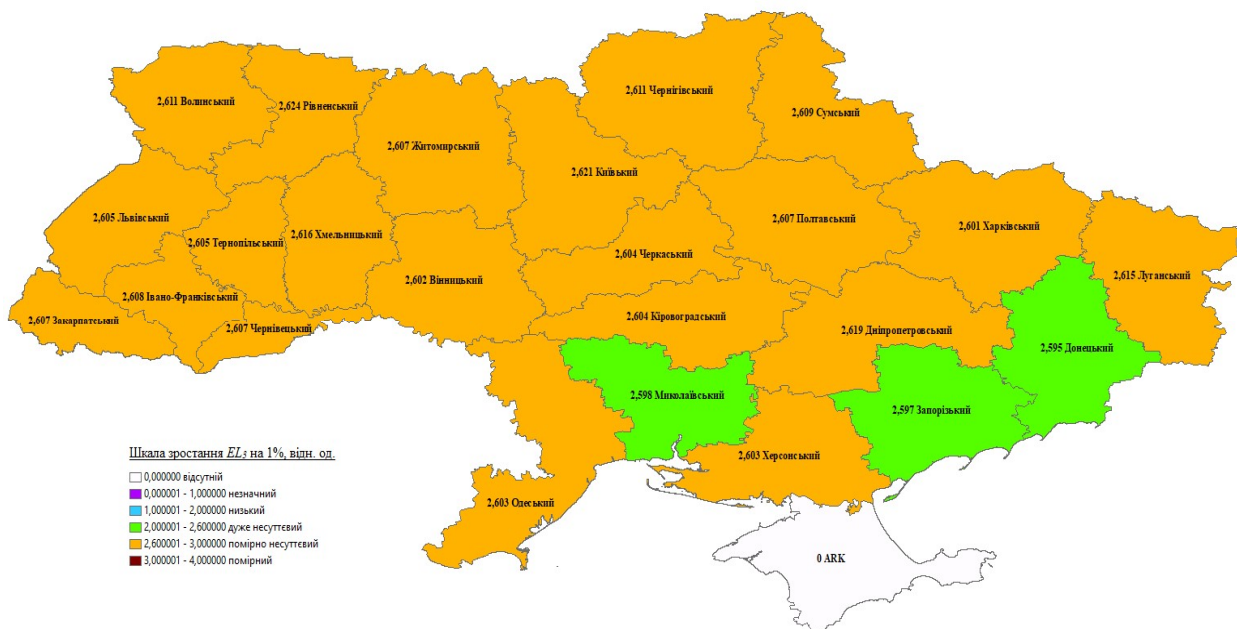
Рисунок 3 – Геоінформаційні моніторингові карти зміни інтегрального чинника рівня використання земель об'єктів природно-заповідного фонду I_{EL} залежно від зростання системного чинника розробки інформаційно-аналітичного забезпечення щодо формування і реалізації моніторингу земель об'єктів природно-заповідного фонду регіонів (EL_2): а) на 1%, б) на 10%, відн. од.

Figure 3 – Geo-informational monitoring maps of changes in the integral factor of the level of land use of objects of the nature reserve fund I_{EL} depending on the growth of the system factor of the development of information and analytical support for the formation and implementation of land monitoring of objects of the nature reserve fund of regions (EL_2): a) by 1% , b) by 10%, resp. Unit

Зміни інтегрального чинника рівня використання земель об'єктів природно-заповідного фонду I_{EL} залежно від зростання системного чиннику рівня раціонального використання та охорони природних ресурсів (EL_3) представлено на рис. 4 (а, б)



а)

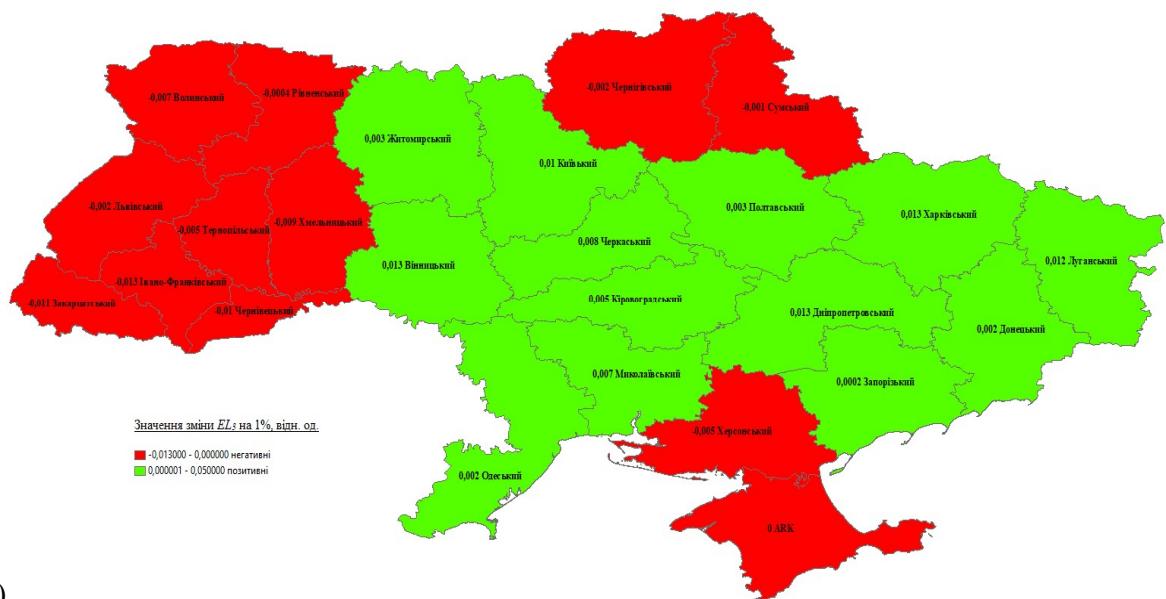


б)

Рисунок 4 – Зміни інтегрального чинника рівня використання земель об'єктів природно-заповідного фонду I_{EL} залежно від зростання системного чинника рівня раціонального використання та охорони природних ресурсів (EL_3): а) на 1%, б) на 10%, відн. од.

Figure 4 – Changes in the integral factor of the level of land use of objects of the I_{EL} nature reserve fund depending on the growth of the system factor of the level of rational use and protection of natural resources (EL_3): а) by 1%, б) by 10%, resp. unit

Геоінформаційні моніторингові карти зміни інтегрального чинника рівня використання земель об'єктів природно-заповідного фонду I_{EL} залежно від зростання системного чиннику рівня раціонального використання та охорони природних ресурсів (EL_3): а) на 1%, б) на 10% представлено на рис. 5.



а)



б)

Рисунок 5 – Геоінформаційні моніторингові карти зміни інтегрального чинника рівня використання земель об'єктів природно-заповідного фонду I_{EL} залежно від зростання системного чинника рівня раціонального використання та охорони природних ресурсів (EL_3): а) на 1%, б) на 10%, відн. од.

Figure 5 – Geo-information monitoring maps of changes in the integral factor of the level of land use of the objects of the I_{EL} nature reserve fund depending on the growth of the system factor of the level of rational use and protection of natural resources (EL_3): a) by 1%, b) by 10%, resp. Unit

Встановлено, що зростання інтегрального чинника рівня використання земель об'єктів природно-заповідного фонду залежно від збільшення системного чинника рівня раціонального використання та охорони природних ресурсів забезпечено у всіх регіонах при рівні зростання на 10%.

Висновки. Таким чином, для зростання ефективності формування та використання земель об'єктів природно-заповідного фонду та створення моніторингової системи запропоновано забезпечити збільшення рівня інформаційно-аналітичного забезпечення й раціонального

використання та охорони природних ресурсів на 10%. Це складне завдання здійснюється на основі розробки науково-обґрунтованих рекомендацій щодо формування та використання земель об'єктів природно-заповідного фонду на регіональному рівні та створення моніторингової геоінформаційної системи.

За результатами геоінформаційного аналізу рівня використання земель об'єктів природно-заповідного фонду зроблено висновок про те, що більшість регіонів країни мають несуттєвий рівень інтегрального чинника. При цьому, інші регіони мають помірно несуттєвий рівень інтегрального чинника. Дані результати вказують на відсутність дій щодо формування та використання земель об'єктів природно-заповідного фонду за регіонами, на недосконалість системи моніторингу використання земель об'єктів природно-заповідного фонду, що потребує розробки науково обґрунтованих рекомендацій з розробки моніторингу використання земель об'єктів природно-заповідного фонду регіонів.

Перелік посилань

1. Мамонов К. А., Грек М. О., Метешкін К. О. Розробка стейкхолдерно-орієнтованого підходу до оцінки впливу містобудівних факторів на використання земель. Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки: наук. журнал. Хмельницький. 2017. Вип. 3 (249). С.160–164.
2. Мамонов К. А., Корнієць А. В. Визначення геоекологічного моніторингу використання земель міст. Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції «Геоінформаційні технології у територіальному управлінні та експертних дослідженнях: правові, організаційні, технічні проблеми» (Одеса, 4-6 жовтня 2017 р.) Львів: Вид-во Львівської політехніки 2017. С.75–76.
3. Мамонов К. А., Корнієць А. В. Формування інформаційного забезпечення геоекологічного моніторингу використання земель регіону. Науковий вісник будівництва. Харківський національний університет будівництва та архітектури. Харків. 2018. Т.1. № 1. С 285–287.
4. Система категорій природно-заповідного фонду України та питання її оптимізації. уклад. : Т.Л. Андрієнко (голов. ред.), В.А. Онищенко, М.Л. Клестов та ін. К. : Фітосоціоцентр, 2001. 60 с.

TOOLKIT FOR THE FORMATION OF GEOSPATIAL PROVISION OF REGIONAL LAND USE

Kostiantyn Mamonov, Doctor of Economic Sciences, Professor, Department of Land Administration and Geographic Information Systems, O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, e-mail: kostia.mamonov2017@gmail.com, tel.+380992917354, <http://orcid.org/0000-0002-0797-2609>

Roman Vyatkin, Candidate of technical sciences, assistant of the Department of Land Administration and Geographic Information Systems, O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, e-mail: viatkinr@gmail.com, tel.+380950034439, <https://orcid.org/0000-0001-8807-9988>

Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer, Department of Land Administration and Geographic Information Systems, O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, e-mail: shterndok@ukr.net, tel.+380934289234, <https://orcid.org/0000-0003-1107-7401>

Anna Shterndok, Senior forensic expert of the Laboratory of Construction and Technical Research, National Research Center «Institute of Forensic Expertise named after Post Prof. M. S. Bokarius», e-mail: anny13438381@gmail.com, tel.+380508243445, <https://orcid.org/0009-0006-9367-6932>

Summary. It is proved that in modern conditions, which are determined by ambiguous conditions, characterized by a decrease in the main indicators of the functioning of the regions. At the regional level, there is a deepening of structural disparities in the field of land relations and a decrease in the efficiency of land use.

In such conditions, it is necessary to rethink the approach to ensuring positive changes in land use based on the use of modern tools for the formation of geospatial support in the context of the formation and use of monitoring, making effective decisions.

It was determined that theoretical approaches to the formation and application of geospatial support for regional land use are insufficiently developed, which is a set of spatial information created through the use of modern geo-informational tools, which made it possible to build geospatial maps for making informed decisions at the regional level.

The goal of the research on the formation of geospatial support for the use of land in the regions has been achieved. To achieve the goal, the following tasks have been solved: creating a quantitative basis for the formation of geospatial support for land use at the regional level; construction of geoinformation maps of regional land use.

In order to increase the effectiveness of the formation and use of the lands of the objects of the nature reserve fund and the creation of a monitoring system, it is proposed to ensure an increase in the level of information and analytical support and the rational use and protection of natural resources by 10%. This difficult task is carried out on the basis of the development of scientifically based recommendations on the formation and use of land of nature reserve fund objects at the regional level and the creation of a monitoring geo-information system.

According to the results of the geo-informational analysis of the level of land use of the objects of the nature reserve fund, it was concluded that most regions of the country have an insignificant level of the integral factor. At the same time, other regions have a moderately insignificant level of the integral factor. These results indicate the absence of actions regarding the formation and use of land of nature reserve objects by region, the imperfection of the system of monitoring the use of land of nature reserve objects, which requires the development of scientifically based recommendations for the development of monitoring the use of land of nature objects - the reserve fund of the regions.

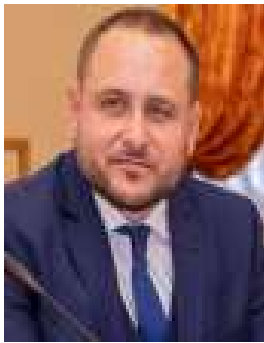
Keywords: land use, objects of the nature reserve fund of regions, mathematical modeling, monitoring, geospatial support, maps, geoinformation systems.

References

1. Mamonov K. A., Grek M. O., Meteshkin K. O. (2017) Development of a stakeholder-oriented approach to assessing the impact of urban planning factors on land use. Bulletin of the Khmelnytskyi National University. Technical sciences: sciences. magazine. Khmelnytskyi. Issue 3 (249). P.160–164. [in Ukrainian].
2. Mamonov K. A., Korniets A. V. (2017) Definition of geoecological monitoring of urban land use. Materials of the IV international scientific and practical conference "Geoinformation technologies in territorial management and expert research: legal, organizational, technical problems" (Odesa, October 4-6, 2017) Lviv: Publishing House of Lviv Polytechnic. P.75–76. [in Ukrainian].
3. Mamonov K. A., Korniets A. V. (2018) Formation of information support for geoecological monitoring of land use in the region. Scientific bulletin of construction. Kharkiv National University of Construction and Architecture. Kharkiv. Vol. 1. No. 1. P. 285–287. [in Ukrainian].
4. Onishchenko V. A., Klestov M. L. (2001) The system of categories of the nature reserve fund of Ukraine and the issue of its optimization. K.: Phytosocial Center, 60 p. [in Ukrainian].

**СУЧАСНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ
НЕРУХОМОСТІ НА РЕГІОНАЛЬНОМУ РІВНІ**

**MODERN TOOLKIT FOR PROVIDING THE USE OF REAL ESTATE AT THE
REGIONAL LEVEL**



Мамонов Костянтин Анатолійович, доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Харків, Україна, e-mail: kostia.mamonov2017@gmail.com

<http://orcid.org/0000-0002-0797-2609>



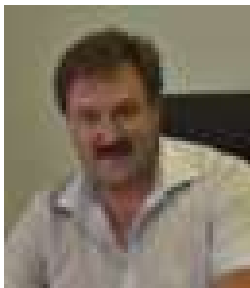
Нестеренко Сергій Григорович, кандидат технічних наук, доцент кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Харків, Україна, e-mail: nesterenkosg34@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-5124-9728>



Кондратюк Іван Володимирович, здобувач кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Харків, Україна, e-mail: Gvc.kharkov@gmail.com

<http://orcid.org/0000-0002-9092-560X>



Фролов Вячеслав Олександрович, асистент кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, м. Харків, Україна, e-mail: frolgis@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-8045-3963>

Анотація: Доведена актуальність щодо формування сучасного інструментарію забезпечення використання нерухомості на регіональному рівні.

У результаті дослідження досягнута мета щодо визначення сучасного інструментарію формування та використання нерухомості на регіональному рівні. Для досягнення поставленої мети вирішені завдання: обґрунтування теоретичних положень щодо визначення нерухомості на регіональному рівні; характеристики методів і моделей, що впливають на рівень використання нерухомості.

Запропоновано сучасний інструментарій формування та використання нерухомості на регіональному рівні, який складається із методів і моделей, механізмів, що дозволило запропонувати заходи підвищення ефективності використання об'єктів нерухомого майна та земельних ресурсів. У результаті дослідження удосконалено категоріальний апарат визначення нерухомості, відмінною рисою якого є врахування у її складі земельних ділянок, інших об'єктів, що знаходяться на ній, формують зверху, знизу просторове забезпечення, визначається довгостроковим характером, переміщення якої призводить до порушення її функціональних ознак. Розроблено метод інтегральної оцінки рівня використання нерухомості регіонів, який базується на сукупності експертних та аналітичних методах, локальних, системних, інтегральної моделей, багаторівневій системі показників, що дозволило сформулювати підґрунтя для математичного моделювання чинників використання нерухомості на регіональному рівні. Запропонована модель впливу інтегрального показника використання нерухомості на регіональному рівні на індекс валового регіонального продукту шляхом застосування інструментарію математичного моделювання, що надало можливості сформулювати кількісне підґрунтя для забезпечення позитивних тенденцій узагальнюючого чинника регіонального розвитку. Розроблені методичні підходи до оцінки використання нерухомості, які базуються на методах і моделях, що характеризують напрями та особливості застосування просторового, функціонального, інвестиційного, екологічного забезпечення, які надають можливості сформулювати математичне підґрунтя та виокремити відповідний інструментарій для розробки методу оцінки рівня використання нерухомості регіонів.

Здійснено математичне моделювання процесів використання нерухомості на регіональному рівні на основі встановлення зв'язків між системними просторовими, функціональними, інвестиційними, екологічними чинниками та інтегральним показником.

Розроблено механізм використання нерухомості на регіональному рівні, який базується на результатах оцінки, математичного моделювання, прогнозування чинників використання нерухомості, що надало можливості визначити напрями реалізації науково обґрунтованих рекомендацій та побудувати геопросторові моніторингові карти.

Ключові слова: нерухомість, регіональний рівень, механізм використання нерухомості, методи, моделі, математичне моделювання, організаційно-просторовий механізм, моніторинг, об'єкти нерухомості, земельні ресурси.

Вступ. Формування сучасної системи використання нерухомості на регіональному рівні потребує застосування інструментарію, який дозволить підвищити ефективність її формування та застосування. Поряд з цим, за останні роки спостерігається зниження рівня результативності використання об'єктів нерухомості, земельних ресурсів, визначені регіональні диспропорції, скорочується повнота на якість просторового й інформаційно-аналітичного забезпечення. Слід вказати на зниження рівня взаємодії стейкхолдерів щодо використання нерухомості регіонів. Для вирішення представлених складних питань особливого значення мають методи і моделі формування та застосування нерухомості, здійснення її оцінки, враховуючи провідний вітчизняний і міжнародний

досвід. Отже тема дослідження є актуальною, а її досягнення має своєчасний характер, результати якого впливають на розвиток відносин щодо формування та використання нерухомості на регіональному рівні.

Матеріали та методи. У дослідженні застосовані методи узагальнення систематизації, математичного моделювання, визначення чинників використання нерухомості, аналітичні й експертні методи. Для отримання результатів використовуються нормативно-правове та інформаційно-аналітичне забезпечення, матеріали Офіційних сайтів Державного комітету статистики України та Державної служби з питань геодезії, картографії та кадастру.

Метою дослідження є визначення сучасного інструментарію формування та використання нерухомості на регіональному рівні.

Для досягнення поставленої мети вирішуються завдання:

- обґрунтування теоретичних положень щодо визначення нерухомості на регіональному рівні;
- характеристика методів і моделей, що впливають на рівень використання нерухомості.

Огляд наукових розробок. В існуючих наукових розробках відсутні єдині підходи до визначення нерухомості. У цьому контексті особливого значення має формування теоретико-методичної платформи до характеристики нерухомості, враховуючи напрями її формування та використання відповідно міжнародним практикам. Зокрема, Цивільним кодексом України визначено, що «до нерухомих речей (нерухоме майно, нерухомість) належать земельні ділянки, а також об'єкти, розташовані на земельній ділянці, переміщення яких є неможливим без їх знецінення та зміни їх призначення. Режим нерухомої речі може бути поширений законом на повітряні та морські судна, судна внутрішнього плавання, космічні об'єкти, а також інші речі, права на які підлягають державній реєстрації. Рухомими речами є речі, які можна вільно переміщувати у просторі» [1]. Визначені ознаки, які характеризують особливості формування права власності та інші речові права на нерухомі речі, обтяження цих прав, їх виникнення, перехід і припинення підлягають державній реєстрації. Охарактеризовано порядок державної реєстрації прав на нерухомість, яка є публічною, здійснюється відповідним органом, що зобов'язаний надавати інформацію про реєстрацію та зареєстровані права в порядку, встановленому законом. Відмова у державній реєстрації права на нерухомість, ухилення від реєстрації, відмова від надання інформації про реєстрацію можуть бути оскаржені до суду. Порядок проведення державної реєстрації прав на нерухомість та підстави відмови в ній встановлюються законом [1].

Виокремлені особливості формування та використання майна, що впливають на визначення нерухомості, зокрема: порядок звернення стягнення на кошти та інше майно боржника; особливості звернення стягнення на кошти боржника в іноземній валюті та виконання рішень під час обчислення боргу в іноземній валюті; звернення стягнення на об'єкти нерухомого майна, об'єкти незавершеного будівництва, майбутні об'єкти нерухомості фізичної особи; звернення стягнення на заставлене майно; особливості звернення стягнення на кошти та майно боржника - юридичної особи, фізичної особи – підприємця; звернення стягнення на майно боржника, що перебуває в інших осіб; особливості звернення стягнення на частку учасника товариства з обмеженою відповідальністю, учасника товариства з додатковою відповідальністю; порядок виявлення дебіторської заборгованості боржника - юридичної особи, фізичної особи – підприємця; майно, на яке не може бути звернено стягнення; арешт і вилучення майна (коштів) боржника; визначення вартості майна боржника, оцінка майна боржника; зберігання майна, на яке накладено арешт; зняття арешту з майна; передача стягувачу

предметів, зазначених у виконавчому документі; реалізація майна, на яке звернено стягнення; виконання рішення про конфіскацію майна; загальні обмеження інвестиційної діяльності з пенсійними активами пенсійного фонду; особливості здійснення оцінки майна [2–5].

Визначено, що використання нерухомості здійснюється через напрями та особливості:

- викуп земельних ділянок, інших об'єктів нерухомого майна для суспільних потреб через передачу земельних ділянок, інших об'єктів нерухомого майна, що на них розміщені, які перебувають у власності фізичних або юридичних осіб, за їх згодою у державну чи комунальну власність для задоволення суспільних потреб шляхом укладення договору купівлі-продажу чи іншого правочину у порядку, встановленому законом;
- відчуження земельних ділянок, інших об'єктів нерухомого майна, що на них розміщені, для суспільних потреб або з мотивів суспільної необхідності як перехід права власності на земельні ділянки, інші об'єкти нерухомого майна, що на них розміщені, які перебувають у власності фізичних або юридичних осіб, за плату в державну чи комунальну власність шляхом їх викупу чи примусового відчуження для потреб держави, територіальної громади, суспільства в цілому;
- примусове відчуження земельних ділянок, інших об'єктів нерухомого майна, що на них розміщені, з мотивів суспільної необхідності як перехід права власності на земельні ділянки, інші об'єкти нерухомого майна, що на них розміщені, які перебувають у власності фізичних або юридичних осіб, до держави чи територіальної громади з мотивів суспільної необхідності за рішенням суду;
- суспільна необхідність як обумовлена загальнодержавними інтересами або інтересами територіальної громади виключна необхідність, для забезпечення якої допускається примусове відчуження земельної ділянки, інших об'єктів нерухомого майна, що на ній розміщені, у встановленому законом порядку [6].

Відповідно до Закону України «Про оцінку земель» визначені напрям та особливості оцінки земель, стейкхолдери, що впливають на цей процес. Крім цього, характеризуються:

- бонітування ґрунтів як порівняльна оцінка якості ґрунтів за їх основними природними властивостями, що мають сталий характер і суттєво впливають на врожайність сільськогосподарських культур, вирощуваних у конкретних природно-кліматичних умовах;
- вартість земельної ділянки визначається еквівалентом цінності земельної ділянки, виражений у ймовірній сумі грошей, яку може отримати продавець;
- експертна грошова оцінка земельних ділянок характеризує результат визначення вартості земельної ділянки та пов'язаних з нею прав оцінювачем (експертом з питань оцінки земельної ділянки) із застосуванням сукупності підходів, методів та оціночних процедур, що забезпечують збір та аналіз даних, проведення розрахунків і оформлення результатів у вигляді звіту;
- земельна ділянка визначається як частина земної поверхні з установленими межами, певним місцем розташування, з визначеними щодо неї правами;
- земельні поліпшення характеризуються зміною якісних характеристик земельної ділянки внаслідок розташування в її межах будинків, будівель, споруд, об'єктів інженерної інфраструктури, меліоративних систем, багаторічних насаджень, лісової та іншої рослинності, а також внаслідок господарської діяльності або проведення певного виду робіт (зміна рельєфу, поліпшення ґрунтів тощо);
- нормативна грошова оцінка земельних ділянок визначається як капіталізований рентний дохід із земельної ділянки, визначений за встановленими і затвердженими нормативами;

– оціночні процедури характеризується діями (етапами), виконання яких у певній послідовності дає можливість провести оцінку земельної ділянки;

– рентний дохід (земельна рента) характеризується як дохід, який можна отримати із землі як фактору виробництва залежно від якості та місця розташування земельної ділянки;

– ціна земельної ділянки визначається фактичною сумою грошей, сплаченою за перехід прав на земельну ділянку або на подібну до неї земельну ділянку від продавця до покупця [7].

В існуючих наукових розробках запропоновані теоретичні підходи до визначення нерухомості на регіональному рівні: системний, функціональний, просторовий, інвестиційний, екологічний, потенційний, містобудівний, стейкхолдерний, результативний, у яких виокремлені відповідні ознаки і характеристики [8–10].

Таким чином, запропоновано визначення нерухомості як сукупності земельних ділянок, інших об'єктів, які знаходяться на ній, формують зверху, знизу просторове забезпечення, використання яких має довгостроковий характер та переміщення призводить до порушення їх функціональних ознак. На формування та використання нерухомості здійснюють вплив просторові, функціональні, інвестиційні та екологічні чинники, визначення та взаємодія яких призводить до формування кількісної основи прийняття рішень на регіональному рівні.

Виклад основного матеріалу. Формування кількісної основи підвищення ефективності використання нерухомості на регіональному рівні здійснюється шляхом застосування оцінних процедур, які узагальнюються шляхом застосування відповідного методу. Він включає сукупність взаємопов'язаних елементів:

– формування інформаційно-аналітичного забезпечення щодо використання нерухомості на регіональному рівні;

– визначення просторових, функціональних, інвестиційних, екологічних чинників використання нерухомості;

– побудова багаторівневої системи показників використання нерухомості на регіональному рівні;

– оцінка локальних просторових, функціональних, інвестиційних, екологічних показників використання нерухомості;

– побудова моделей оцінки системних показників;

– оцінка системних просторових, функціональних, інвестиційних, екологічних показників використання нерухомості на регіональному рівні;

– розробка інтегральної моделі оцінки;

– оцінка інтегрального показника використання нерухомості на регіональному рівні;

– інтерпретація отриманих результатів.

Застосовуючи запропонований метод, визначено інтегральний показник рівня використання нерухомості регіонів (рис. 1).

У результаті дослідження визначено, що у всіх регіонах, окрім Луганського, спостерігається несуттєвий рівень використання нерухомості, враховуючи вплив просторових, функціональних, інвестиційних, екологічних чинників. Найбільше значення інтегрального показника спостерігалось у регіонах: Київському; Львівському. Найнижчими значеннями цього показника визначались регіони: Луганський; Миколаївський; Донецький; Запорізький. Це вказує про необхідність зміни траєкторії інтегрального показника рівня використання нерухомості регіонів шляхом побудови математичних моделей, визначення прогностичних значень та розробки науково обґрунтованих рекомендацій щодо підвищення рівня використання нерухомості.

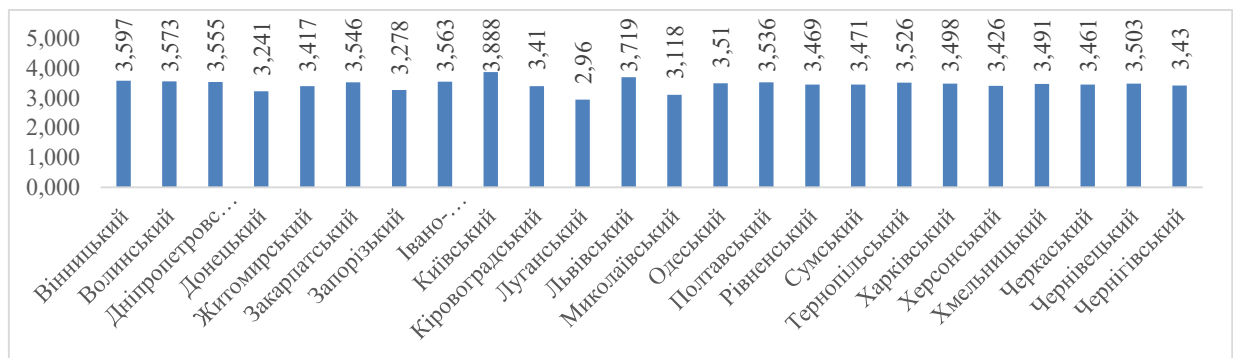


Рисунок 1 – Інтегральний показник рівня використання нерухомості регіонів, відн. од.
Figure 1 – Integral indicator of the level of use of real estate in the regions, resp. Unit

Крім того, для формування кількісної основи прийняття рішень щодо використання нерухомості застосовується інструментарій математичного моделювання. Встановлені причинно-наслідкові зв'язки між чинниками використання нерухомості, це дозволило побудувати відповідні механізми (рис. 2 і 3).

Реалізація організаційно-просторового механізму здійснюється експертними радами щодо формування та застосовування просторового забезпечення використання земель, одним із важливих питань яких є створення просторового забезпечення та функціонування екологічного моніторингу використання земель міського середовища. Представлені експертні ради створюються шляхом удосконалення системи регіонального управління без розширення посад і формуються у кожному регіоні. Це дозволяє забезпечити ефективність формування просторового забезпечення та вирішити проблемні питання щодо удосконалення системи оцінки рівня формування просторового забезпечення, розробки заходів впровадження екологічного моніторингу використання земель. В ході реалізації організаційно-просторового механізму розроблені геоінформаційні моніторингові карти.

Висновки. Таким чином, запропоновано сучасний інструментарій формування та використання нерухомості на регіональному рівні, який складається із методів і моделей, механізмів, що дозволило запропонувати заходи підвищення ефективності використання об'єктів нерухомого майна та земельних ресурсів.

У результаті дослідження удосконалено категоріальний апарат визначення нерухомості, відмінною рисою якого є врахування у її складі земельних ділянок, інших об'єктів, що знаходяться на ній, формують зверху, знизу просторове забезпечення, визначається довгостроковим характером, переміщення якої призводить до порушення її функціональних ознак.

Визначені критерії формування просторового, функціонального, інвестиційного, екологічного забезпечення використання нерухомості на регіональному рівні, що надає можливості побудувати багаторівневу систему показників для розробки методу і моделей, прогнозування змін та формування заходів підвищення ефективності використання нерухомості на регіональному рівні.

Розроблено метод інтегральної оцінки рівня використання нерухомості регіонів, який базується на сукупності експертних та аналітичних методах, локальних, системних, інтегральної моделях, багаторівневій системі показників, що дозволило сформулювати підґрунтя для математичного моделювання чинників використання нерухомості на регіональному рівні.



Рисунок 2 – Організаційно-просторовий механізм формування та застосування екологічного моніторингу використання земель міського середовища

Figure 2 – Organizational and spatial mechanism of formation and application of ecological monitoring of urban land use

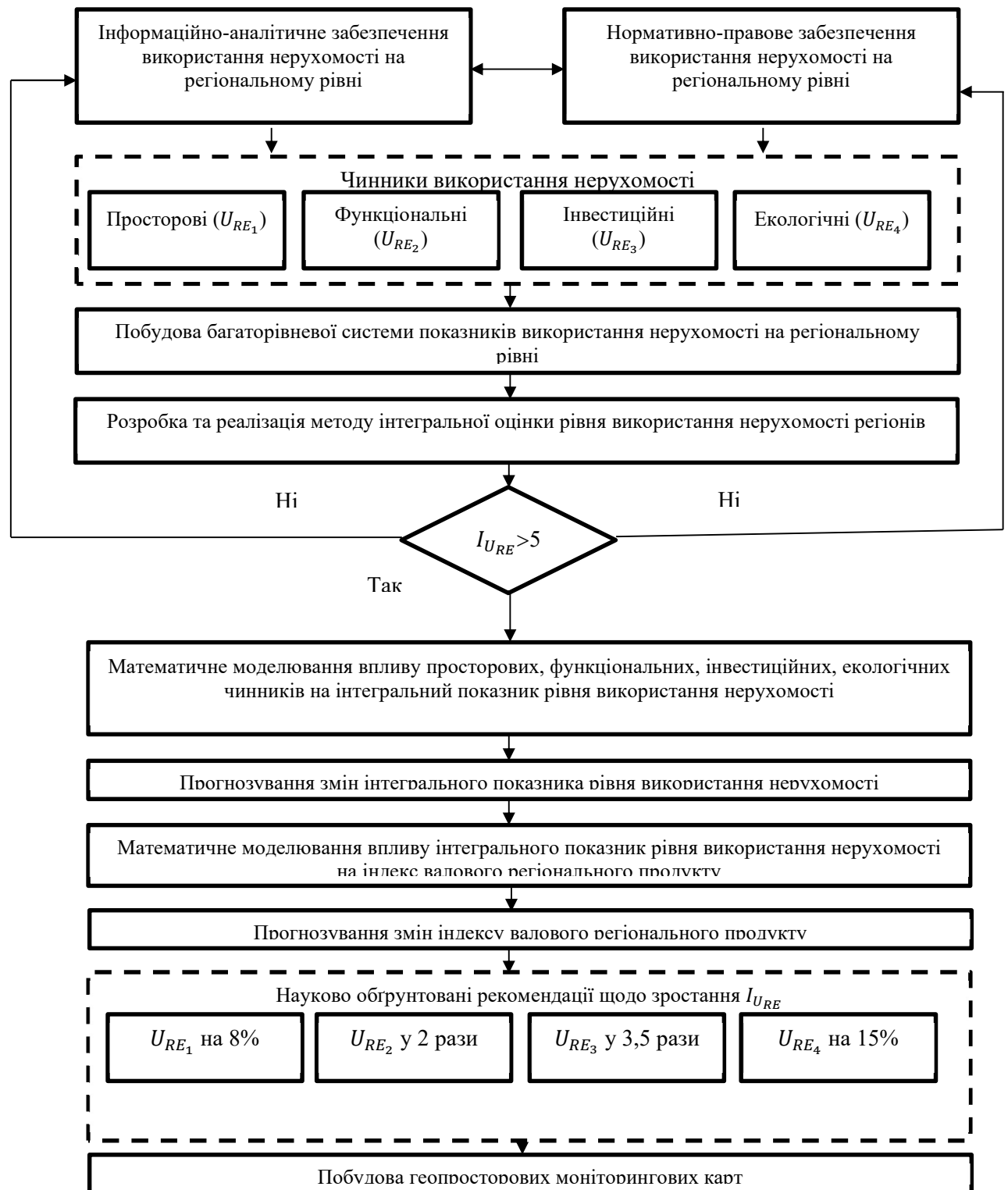


Рисунок 3 – Механізм використання нерухомості на регіональному рівні, відн. од.
Figure 3 – The mechanism of real estate use at the regional level, resp. unit

Запропонована модель впливу інтегрального показника використання нерухомості на регіональному рівні на індекс валового регіонального продукту шляхом застосування інструментарію математичного моделювання, що надало можливості сформувати кількісне підґрунтя для забезпечення позитивних тенденцій узагальнюючого чинника регіонального розвитку.

Розроблені методичні підходи до оцінки використання нерухомості, які базуються на методах і моделях, що характеризують напрями та особливості застосування просторового, функціонального, інвестиційного, екологічного забезпечення, які надають можливості сформувати математичне підґрунтя та виокремити відповідний інструментарій для розробки методу оцінки рівня використання нерухомості регіонів.

Здійснено математичне моделювання процесів використання нерухомості на регіональному рівні на основі встановлення зв'язків між системними просторовими, функціональними, інвестиційними, екологічними чинниками та інтегральним показником шляхом застосування методу кореляційно-регресійного аналізу, критеріїв адекватності моделей, що дозволяє визначити напрями підвищення ефективності використання нерухомості.

Розроблено механізм використання нерухомості на регіональному рівні, який базується на результатах оцінки, математичного моделювання, прогнозування чинників використання нерухомості, що надало можливості визначити напрями реалізації науково обґрунтованих рекомендацій та побудувати геопросторові моніторингові карти.

Перелік посилань

1. Цивільний кодекс України. Документ 435-IV від 10.06.2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/435-15#Text>
2. Про виконання впровадження. Закон України. Документ 1404-VIII від 03.08.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1404-19#Text>
3. Про недержавне пенсійне забезпечення. Закон України. Документ 1057-IV від 01.07.2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1057-15#Text>
4. Загальні засади оцінки майна і майнових прав. Національний стандарт № 1. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 10 вересня 2003 р. № 1440. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/2739874#:~:text=1..рецензування%20звітів%20про%20оцінку%20майна>.
5. Оцінка нерухомого майна. Національний стандарт №2. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 28 жовтня 2004 р. № 1442. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1442-2004-п#Text>
6. Про відчуження земельних ділянок, інших об'єктів нерухомого майна, що на них розміщені, які перебувають у приватній власності, для суспільних потреб чи з мотивів суспільної необхідності. Закон України. Документ 1559-VI від 31.03.2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1559-17#Text>
7. Про оцінку земель. Закон України. Документ 1378-IV від 08.06.2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1378-15#Text>
8. Пилипенко А. В., Сергєєва С. М. Особливості договору куплі-продажу об'єктів нерухомості. URL: http://elar.naiu.kiev.ua/bitstream/123456789/10425/1/Акт.%20пробл.%20очима%20молод.%20учен.%20%20Ч2_p052-055.pdf
9. Верхоглядова Н. І., Щеглова О. Ю. Сутність і місце нерухомості в системі ринкових відносин. Механізм регулювання економіки, 2011, № 3. С. 197 – 205

10. Поліщук О. Г. Окремі правові проблеми набуття земельних ділянок у користування у зв'язку з переходом права власності на нерухоме майно. Наше право. 2013. № 10. С. 167-172.

MODERN TOOLKIT FOR PROVIDING THE USE OF REAL ESTATE AT THE REGIONAL LEVEL

Kostiantyn Mamonov, Doctor of Economic Sciences, Professor, Department of Land Administration and Geographic Information Systems, O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, e-mail: kostia.mamonov2017@gmail.com, tel.+380992917354, <http://orcid.org/0000-0002-0797-2609>

Serhii Nesterenko, Candidate of technical sciences, Associate professor, Department of Land Administration and Geographic Information Systems, O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, nesterenosg34@gmail.com, tel.+ 380669291752, <https://orcid.org/0000-0001-5124-9728>

Ivan Kondratiuk, Graduate student, Department of Land Administration and Geographic Information Systems, O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, e-mail: Gvc.kharkov@gmail.com, tel.+ 380504009757, <http://orcid.org/0000-0002-9092-560X>

Viacheslav Frolov, Assistant, Department of Land Administration and Geographic Information Systems, O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, e-mail: frolgis@gmail.com, tel.+ 380509816112, <https://orcid.org/0000-0001-8045-3963>

Summary. The relevance of the formation of modern tools for ensuring the use of real estate at the regional level has been proven. As a result of the research, the goal of determining the modern toolkit for the formation and use of real estate at the regional level has been achieved. To achieve the goal, the following tasks were solved: substantiation of theoretical provisions regarding the definition of real estate at the regional level; characteristics of methods and models affecting the level of real estate use. A modern toolkit for the formation and use of real estate at the regional level is proposed, which consists of methods and models, mechanisms, which made it possible to propose measures to increase the efficiency of the use of real estate objects and land resources. As a result of the research, the categorical apparatus for determining real estate was improved, the distinguishing feature of which is the inclusion of land plots, other objects located on it, forming a spatial provision from above and below, determined by a long-term nature, the movement of which leads to a violation of its functional features. A method of integral assessment of the level of real estate use of regions was developed, which is based on a set of expert and analytical methods, local, systemic, integral models, a multi-level system of indicators, which made it possible to form the basis for mathematical modeling of factors of real estate use at the regional level. The proposed model of the influence of the integral indicator of the use of real estate at the regional level on the index of the gross regional product through the use of mathematical modeling tools, which made it possible to form a quantitative basis for ensuring positive trends of the generalizing factor of regional development. Methodical approaches to the assessment of real estate use have been developed, which are based on methods and models that characterize the directions and features of the application of spatial, functional, investment, environmental support, which provide the opportunity to form a mathematical basis and to single out the appropriate tools for developing a method of assessing the level of real estate use in regions.

Mathematical modeling of the processes of real estate use at the regional level was carried out on the basis of establishing relationships between systemic spatial, functional, investment, environmental factors and an integral indicator.

A mechanism for the use of real estate at the regional level was developed, which is based on the results of assessment, mathematical modeling, and forecasting of the factors of real estate use, which made it possible to determine the directions for the implementation of scientifically based recommendations and to build geospatial monitoring maps.

Keywords: real estate, regional level, mechanism of real estate use, methods, models, mathematical modeling, organizational and spatial mechanism, monitoring, real estate objects, land resources.

References

1. The Civil Code of Ukraine. Document 435-IV dated June 10, 2023. Access from the Internet. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/435-15#Text>. [in Ukrainian].
2. About implementation. Law of Ukraine. Document 1404-VIII dated August 3, 2023. Access from the Internet: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1404-19#Text> [in Ukrainian].
3. About non-state pension provision. Law of Ukraine. Document 1057-IV dated July 1, 2021. Access from the Internet: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1057-15#Text4>. [in Ukrainian].
4. General principles of valuation of property and property rights. National standard No. 1. Approved by Resolution. № 1440 of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated September 10, 2003. Access from the Internet: <https://www.kmu.gov.ua/npas/2739874#:~:text=1.,review%20zvitiv%20pro%20estimate%20property>. [in Ukrainian].
5. Appraisal of real estate. National standard #2. Approved by the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated October 28, 2004. № 1442. Access from the Internet: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1442-2004-п#Text> [in Ukrainian].
6. About the alienation of land plots, other real estate objects located on them, which are in private ownership, for public needs or for reasons of public necessity. Law of Ukraine. Document 1559-VI dated March 31, 2023. Access from the Internet: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1559-17#Text> [in Ukrainian].
7. About land valuation. Law of Ukraine. Document 1378-IV dated June 8, 2023. Access from the Internet: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1378-15#Text> [in Ukrainian].
8. Pylypenko A. V., Sergeeva S. M. Peculiarities of the contract of purchase and sale of real estate objects. Access from the Internet: http://elar.naiu.kiev.ua/bitstream/123456789/10425/1/Akt.%20probl.%20ochima%20molod.%20uchen.%20%20Ch2_p052-055.pdf [in Ukrainian].
9. Verkhoglyadova N. I., Shcheglova O. Yu. (2011) The essence and place of real estate in the system of market relations. Mechanism of economic regulation, № 3. P. 197-205. [in Ukrainian].
10. Polishchuk O. G. (2013) Separate legal problems of acquiring land plots for use in connection with the transfer of ownership of real estate. Our right. № 10. P. 167-172. [in Ukrainian].

**ПІДХОДИ ВИЗНАЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ДОРОЖНІХ ВОДОПРОПУСКНИХ ТРУБ З
МЕТАЛЕВИХ ГОФРОВАНИХ КОНСТРУКЦІЙ З ПОЗИЦІЇ ВПЛИВУ КОРОЗІЇ**

**APPROACHES FOR DETERMINING RELIABILITY OF CULVERTS OF METAL
CORRUGATED STRUCTURES FROM POSITION OF CORROSION INFLUENCE**



Гаркуша Микола Васильович, кандадат технічних наук, доцент кафедри мостів, тунелів та гідротехнічних споруд, Національний транспортний університет, e-mail: mykola.harkusha@ntu.edu.ua,

<https://orcid.org/0000-0002-5388-0561>

Анотація. Дорожні водопропускні труби з металевих гофрованих конструкцій все частіше застосовуються в транспортному будівництві України. Одним із основних чинників, що впливає на довговічність дорожньої водопропускної труби є корозія металу самої труби. Корозійні пошкодження є надзвичайно важливою проблемою і вимагають належної реакції на дуже ранній стадії розвитку. Пошкодження в більшості випадків незворотні, особливо коли вони відбуваються зі сторони ґрунту. Визначення довговічності також має враховувати витрати на технічне обслуговування, які необхідно враховувати у зв'язку з вартістю заміни конструкції.

У статті розглянуто вплив середовища на корозію дорожньої водопропускної труби з металевих гофрованих конструкцій та запропоновано підхід з визначення надійності та довговічності дорожньої водопропускної труби.

Ключові слова: автомобільна дорога, гідротехнічні споруди, дорожній одяг, дорожня водопропускна труба, корозія, транспортна споруда.

Вступ. Дорожні водопропускні труби з металевих гофрованих конструкцій є перспективними видами споруд, будівництво яких потребує мінімальних витрат часу, незначних витрат матеріалів, а, відповідно, і відносно невеликих фінансових ресурсів.

Однією з причин передчасного руйнування дорожньої водопропускної труби є корозія металу, а також відсутність сучасних підгодів аналізу та врахування корозійного пошкодження водопропускної труби на її подальшу надійність та довговічність.

Мета і методи. Аналіз підходи визначення надійності дорожніх водопропускних труб з металевих гофрованих конструкцій з позиції впливу корозії.

Мета публікації полягає у аналізі наслідків впливу корозії на дорожню водопропускну трубу.

Об'єктом дослідження є середовище проходження корозії металевих дорожніх водопропускних труб.

Актуальність проблеми. Незважаючи на те, що дорожні водопропускні труби були побудовані з використанням різних форм поперечного перерізу, однією з найпростіших і найпоширеніших форм є кругла труба. У цьому випадку дорожня водопропускна труба будується шляхом попереднього розміщення круглої труби на шарі підготовленої основи.

Основною частиною процесу проектування водопропускних конструкцій є вибір матеріалу труб. Одним з основних матеріалів, що дає можливість виготовляти дорожні водопропускні труби великого діаметру є метал. Найчастіше металеві водопропускні дорожні труби бувають з гофрованої сталеві труби (Corrugated Steel Pipe — CSP), що виготовляються з плоского прокату зі сталі з гофрованим покриттям та конструкційні пластинчасті гофровані сталеві труби (Structural Plate Corrugated Steel Pipe — SPCSP), що складаються зі сталевих листів, гофрованих, а потім вигнутих, SPCSP розроблені для збільшення прольотів [1, 2]. Запропоновані конструкції мають додаткові заходи із захисту від корозії у порівнянні зі стандартним покриттям HDG (Hot-Dip Galvanized) [3].

Наприклад, в 2013 році в місті Кенморі, Альберта (Канада) внаслідок тривалих сильних дощів сталася велика повінь та було зруйновано практично всі малі мости та водопропускні труби, було завдано збитків, щонайменше на 6 мільйонів канадських доларів (рис. 1). При аналізі та дослідженні водопропускних труб було виявлено недоліки з проектування, значною корозією окремих елементів, а також неефективність гасників енергії, в тому числі за рахунок гідравлічного стрибка, що спричинило руйнування [4].



Рисунок 1 – Результати повені в канадському місті Кенморі
Figure1 – The results of the floodin the Canadian city of Canmore

Варто зазначити, втрата цілісності водопропускної труби може призвести до тимчасового або довготривалого закриття руху автомобільною дорогою, а також значних витрат відновлення або повну заміну дорожньої водопропускної труби. Крім того, повне обвалення водопропускної труби може спричинити велику загрозу безпеці автомобілістів. Саме така катастрофа сталася в штаті Нью-Йорк на автомобільній дорозі I-88 28 червня 2006 р. (рис. 2) [5], воронка на Оттава-роуд 174 4 вересня 2012 р. (рис. 3)[6]. Катастрофічна аварія призвела до втрати життя та майна та збитків на мільйони доларів. Тому необхідна інформаційна система стану дорожніх водопропускних труб, своєчасне технічне обслуговування дорожніх водопропускних труб.



Рисунок 2 – Аварія на автомобільній дорозі I-88
Figure 2 – Accident on I-88



Рисунок 3 – Аварія на Оттава-роуд 174
Figure 3 – Accident at 174 Ottawa Road

Стан дорожніх водопропускних труб був критичний, що і стало причиною руйнування. Дефекти дорожньої водопропускної труби здатні спричинити катастрофу (рис. 4) [1, 7].



Рисунок 4 – Критичне пошкодження дорожньої водопропускної труби
Figure 4 – Critical damage of the road culvert

Вплив середовища на корозію дорожньої водопропускної труби з металевих гофрованих конструкцій

Металеві гофровані дорожні водопропускні труби були розроблені в кінці 19 століття і використовувалися як водопропускні труби ще в 1896 році [9]. Гофрована геометрія забезпечила трубі додаткову жорсткість і міцність без збільшення товщини стінки труби, як це було б необхідно при використанні звичайної труби того ж діаметру. Завдяки нижчій початковій вартості та відносній простоті монтажу гофрований метал незабаром витіснив бетон як кращий матеріал для будівництва водопропускних труб. Однак конструктивні наслідки використання цієї нової, відносно гнучкої труби

залишалися погано зрозумілими. У 1941 році Мерлін Спенглер розробив знамениту формулу Айови [10], яка забезпечила теоретичну основу для проектування заглиблених гнучких трубопроводів. Робота Спанглера в поєднанні з інфраструктурним бумом після Другої світової війни в 1950-х і 1960-х роках призвела до поширення гофрованих металевих труб по всьому світу. Незважаючи на те, що дорожні водопропускні труби забезпечили багато переваг у той час, їхня спадщина зараз представляє широко поширену проблему через погіршення якості металу труб.

Місцеві та регіональні умови навколишнього середовища впливають на довговічність водопропускних труб, а на хімічні умови території впливають ґрунти, рослинність, кількість опадів і дренажні характеристики даного вододілу [11]. Вони, у свою чергу, впливають на ступінь деградації конструкції, викликаній корозією та стиранням.

Корозія руйнує матеріал труби через хімічні реакції, повертаючи метал до його початкового стану оксидів або солей. Цей процес, як правило, впливає на металеві труби або металеву арматуру в бетонних трубах, хоча бетонні водопропускні труби також можуть зазнавати подібної реакції, якщо вони піддаються впливу сильнолужних ґрунтів або дуже суворих умов. Корозія може виникати як зсередини, так і зовні труби, або на обох поверхнях одночасно [12]. Електричний струм тече від металу в трубі, яка зазвичай служить і катодом, і анодом, через іони в навколишньому ґрунті або воді, які служать електролітом. Ступінь результуючої корозії пропорційний виробленому струму [13].

Серйозність підземної корозії вивчалася в США на початку 1900-х років, хоча до того моменту вважалося, що така корозія завжди викликана блукаючими електричними струмами. Ранні випробування показали, що серйозна корозія може виникнути і без наявності блукаючого струму. Методи випробувань почали впроваджувати в 1928 році, коли Бюро стандартів опублікувало статтю К.Х. Логан заявив, що «випробування на корозію ґрунту показали, що потрібно враховувати структуру та хімічні властивості ґрунту, а також характер контакту між ґрунтом і трубою» [14].

Довговічність сталевих дорожніх водопропускних труб у ґрунті є функцією кількох взаємодіючих параметрів, що включають питомий опір ґрунту, кислотність (рН), вміст вологи, розчинні солі, вміст кисню (аерація) і бактеріальну активність [15, 16]. Однак усі процеси корозії передбачають перетікання струму з одного місця в інше (корозійний осередок). Таким чином, чим вищий питомий опір і/або нижча вологість ґрунту, тим більша довговічність.

Хоча виникнення корозії зазвичай є результатом впливу більш ніж одного фактора, стандарт Американської асоціації водопровідних споруд використовує питомий опір як ключове вимірювання для визначення того, чи потрібен додатковий захист від корозії [17 — 19].

Автор [18] зазначив, що питомий опір є, ймовірно, найкращим показником агресивності ґрунту.

У 1950-х роках Міністерство транспорту Каліфорнії обстежило понад 7000 водопропускних труб і розробило діаграму для прогнозування часу до першої перфорації водопропускних труб із гофрованої оцинкованої сталі на основі рН і питомого опору ґрунту [20].

В 1962 році Дж. Л. Бітон і Р. Ф. Стратфул [11] досліджували питомий опір ґрунту та рН ґрунту в залежності від кількості опадів і терміну служби гофрованих металевих водопропускних труб. Вони спостерігали, що в районах з великою кількістю опадів були високі значення питомого опору ґрунту, а рН ґрунту був менше ніж 7. У районах із низьким рівнем опадів були низькі значення питомого опору ґрунту, а рН ґрунту був більше ніж 7. Вони також відзначили, що вищий рН впливає на зниження корозії сталі, а у районах з дуже низькою кількістю опадів терміну служби оцинкованих труб

збільшується. Однак, виявлено, що сильний абразивний потік може видалити захисне покриття за один період, що значно зменшить термін служби водопропускної труби. Дж. Л. Бітон і Р. Ф. Стратфул прогнозували розрахунковий термін служби водопропускної труби цього типу від 10 до 100 років [11]

Дослідження, проведене Corpro Companies [15] у 1986 році, виявило, що довговічність із боку ґрунту, як правило, не є обмежуючим фактором при проектуванні сталевих дорожніх водопропускних труб. Однак для сталевих дорожніх водопропускних труб вміст вологи в ґрунті в першу чергу впливає на активність будь-яких присутніх іонів хлориду та прискорення корозії хлоридом. Дослідження показали, що ґрунт з вологістю нижче за 17,5 % не мають значного впливу на швидкість корозії цинкового покриття за рахунок присутності іонів хлориду. Виявлено, що більшість ґрунтів потрапляє в діапазон рН від 6 до 8, що є сприятливим для довговічності. Ґрунти з нижчим значення рН (кислі ґрунти), які зазвичай зустрічаються в районах з великою кількістю опадів, мають тенденцію бути більш корозійним.

Ґрунти з високим вмістом глини має тенденцію утримувати воду довше і тому є більш корозійними, ніж добре дренавані ґрунти. Ґрунтова волога також може містити різні розчинені тверді речовини, видалені з ґрунту, це може сприяти корозії через зниження питомого опору. І навпаки, багато хімічних речовин ґрунту утворюють нерозчинні карбонати або гідроксиди при зануренні у ґрунт металевій поверхні, це може зменшити корозію з боку ґрунту. Високий рівень хлоридів і сульфатів робить більш агресивним ґрунт [15].

На механізми руйнування впливають наявність вологи та характеристики ґрунту, включаючи тип, однорідність, щільність, вміст глини і мінералогії [21, 22]. Погіршення може статися в закопаних водопропускних трубах внаслідок корозії всередині та ерозійних пустот у оточуваному ґрунті.

Довговічність сталевих дорожніх водопропускних труб залежить від характеру пропуску води через трубу (постійний режим, тимчасовий), її заповнення. Важливим фактором може бути вплив розчинених газів. Збільшення рівня розчиненого кисню та вуглекислого газу може прискорити корозію. Найбільший важливий ефект вуглекислого газу у воді пов'язаний з його впливом на утворення захисних плівок карбонату кальцію, які часто утворюються на трубах поверхнях яких знаходиться у жорсткій воді. Розчинені солі можуть збільшити довговічність зменшуючи розчинність кисню, але можуть посилити корозію, якщо вони іонізуються та зменшують питомий опір.

Усі метали під час корозії утворюють певний тип продуктів корозії. Незалежно від того чи є вони захисними металевими покриттями, такими як алюміній або цинк, або базова сталь. Зазвичай продукт корозії, такий як оксид, зі значним стабільним накопиченням призведе до зниження швидкості корозії.

На практиці продукт корозії утворюється через гальванічний елемент, може осідати в невеликих розривах у покритті та служити для придушення подальшої корозії так само, як плівки продуктів корозії захищають тверді поверхні. Таким чином, утворення окалини на металевих поверхнях є важливим фактором при використанні металів у воді, що здатні пришвидшувати розвиток корозії [14].

Багато державних установ США [23] встановлюють проектний термін служби (design service life — DSL) для будівництва інфраструктурних проектів. DSL для проектів доріг залежить від типу доріг, обсягів трафіку та майбутніх моделей зростання. Залежно від задіяного агентства, що будує, DSL доріг зазвичай коливається від 25 до 100 років.

Розрахунковий термін служби матеріалу (Estimated Material Service Life — EMSL) визначається як роки надійної служби з моменту встановлення до необхідності відновлення або заміни. EMSL труби залежить від матеріалу труби та умов навколишнього середовища.

В таблиці 1 наведено EMSL CSP з трьома різними системами покриття [24].

Таблиця 1 – EMSL CSP з трьома різними системами покриття

Table 1 – EMSL CSP with three different coating systems

Розрахунковий термін служби матеріалу для CSP			
Матеріал покриття	Розрахунковий термін служби	Умови навколишнього середовища	Максимальний рівень стирання згідно з FHWA
Оцинкована труба	приблизно 50 років	$6.0 < \text{pH} < 10.0$ $2000 < r < 10000 \text{ Ohm-cm}$ Жорсткість води ($> 50 \text{ ppm CaCO}_3$)	Рівень 2
Алюмінізована тип 2 (ALT2)	не менше ніж 75 років	$5.0 < \text{pH} < 9.0$ $r > 1500 \text{ Ohm-cm}$	Рівень 2
Полімерне покриття	не менше ніж 100 років	$5.0 < \text{pH} < 9.0$ $r > 1500 \text{ Ohm-cm}$	Рівень 3
	не менше ніж 75 років	$4.0 < \text{pH} < 9.0$ $r > 750 \text{ Ohm-cm}$	
	не менше ніж 50 років	$3.0 < \text{pH} < 12.0$ $r > 250 \text{ Ohm-cm}$	

Варто зазначити, що метод оцінки терміну служби відрізняється для оцинкованих, в порівнянні з алюмінізованими CSP типу 2 або CSP з полімерним покриттям. Оцінка всіх трьох покриттів гарантує, що матеріали труб, зазначений для проекту, відповідатиме вимоги терміну служби.

Не обов'язково, щоб EMSL труби відповідав DSL проекту. Наприклад, тротуари, настили мостів та інші частини автомагістралі, як правило, замінюються або відновлюються кілька разів протягом терміну експлуатації цієї дороги. CSP можна відновити за допомогою ковзання, мощення або іншими методами. Зараз багато агенцій США завищують розмір первинної установки труби (діаметр отвору) для подальшої її реабілітації. Більшість установ регулярно перевіряють усі водопропускні труби, незалежно від матеріалу труби, щоб забезпечити своєчасне виявлення проблем.

Вибір матеріалу для водопропускної труби повинен враховувати економіку життєвого циклу, включаючи витрати на початкове встановлення, планову перевірку, технічне обслуговування та можливе відновлення.

Найпоширенішим первинним захистом металевих водопропускних дорожніх труб є: оцинковане, алюміноване (тип 2) та полімерне [25].

В Канадському кодексі проектування автомобільних мостів (Canadian Highway Bridge Design Code — CHBDC) описує різні методи визначення вомог до покриття та розрахунки втрат металу, але ці вказівки, в повній мірі, не враховують сучасні матеріали.

Наприклад, в Канаді оцінюють допуск на корозію, використовуючи підхід оцінки терміну служби матеріалу (Estimated Material Service Life — EMSL) для показників втрати металу, визначених в AASHTO та Рекомендації з довговічності Сполученого Королівства, та наведено в таблиці 2 [25 — 27].

За останні 70 років гофровані сталеві труби пройшли процес еволюції, результатом чого стали кращі матеріали з довшим терміном служби в складних умовах. Одним із цих матеріалів є алюмінізована сталь типу 2, яка використовується на тисячах об'єктів США з 1948 року. При встановленні в рекомендованому діапазоні навколишнього середовища мінімальний термін служби алюмінізованої сталі типу 2 CSP – 75 років.

Таблиця 2 – Параметри навколишнього середовища для оцинкованої сталі
Table 2 – Environmental parameters for galvanized steel

Показники	Країна (норми)		
	США / Канада		Великобританія
	AASHTO	UK – не агресивне середовище	UK – агресивне середовище ¹
Питомий опір	> 3 000 Ом-см	> 3 000 Ом-см ²	2 000 - 8 000 Ом-см
pH	5 — 10	6 — 9	5 — 6
Хлориди	< 100 ppm	< 50 ppm	50 - 250 ppm
Сульфати	< 200 ppm	< 240 ppm	240 - 600 ppm
Органіка	< 1 wt%	< 1 wt%	—
Твердість ¹	> 80 ppm	> 80 ppm	> 80 ppm
Примітка: 1. Тільки для водних середовищ. 2. Для водних середовищ: 2 000 – 8 000 Ом-см.			

Покриття, розроблене на початку 1970-х років, являє собою полімерну плівку товщиною 10 міліметрів, яка ламінована поверх оцинкованої сталі. При встановленні в рекомендованих діапазонах навколишнього середовища це покриття матиме термін служби понад 100 років. Труба з полімерним покриттям може бути встановлена в більш важких умовах експлуатації, ніж залізобетонна труба, і має довший термін служби. Широкий досвід експлуатації (понад 35 років) даних видів труб не показують погіршення в їх роботі [23].

Оцинкування на металеву поверхню наноситься у відповідності до AASHTO M218 [28].

Алюміноване покриття застосовується згідно з AASHTO M 274 [29].

Полімерне ламіноване захисне покриття — це покриття з етиленакрилової кислоти (ethylene acrylic acid — EAA), яке термічно скріплене поверх оцинкованого шару з обох боків, що прикріплюється як хімічно, так і фізично, з мінімальною товщиною 250 мкм. Даний тип покриття вперше застосовано у Вісконсіні в 1974 році та отримав численні зміни в технології нанесення та матеріалу [25]. Покриття характеризується можливістю використовувати водопропускні труби у більш агресивних умовах навколишнього середовища з максимальною швидкістю потоку через конструкцію до 4,5 м/с.

Застосування покриття з термопластичного полімеру отримало переваги в порівнянні з ламінуванням, в першу чергу, через можливість застосування його до будь-яких форм гофри. На

металеву трубу наноситься порошкоподібний полімер, який в подальшому спікається в печах при певній температурі, що дає можливість покрити трубу з мінімальною товщиною 250 мкм [30].

Термін служби полімерних покриттів були попередньо визначені шляхом співвіднесення лабораторних випробувань із результатами польового обслуговування та залежить від середовище експлуатації металевої труби, наведено в таблиці 3 [26].

Найкращим методом оцінки терміну служби водопропускної труби на запропонованих ділянках є оцінка раніше встановленої труби. Перша значна польова оцінка встановлених водопропускних труб була проведена CALTRANS (California Department of Transportation) на початку 1960-х років. Дані, отримані в ході дослідження CALTRANS 7000 водопропускних труб, були використані для розробки діаграми для оцінки середнього терміну експлуатації оцинкованих труб. Ця цифра передбачає EMSL труби на основі втрати 25 відсотків сталі в трубі. Це дослідження оцінювало термін служби CSP на основі значень pH і питомого опору. Жорсткість води не вимірювалася в місцях водопропускних труб. Після оцінки CALTRANS багато штатів США та провінцій Канади провели подібні дослідження своїх водопропускних труб. Результати були широко поширені з варіаціями через переважання м'якої води, сильний снігопад або, можливо, інтенсивне використання дорожньої солі. Результати регіональних досліджень підкреслюють важливість використання місцевої інформації за її наявності.

Таблиця 3 – Параметри навколишнього середовища та розрахунковий термін експлуатації конструкцій з полімерним покриттям

Table 3 – Environmental parameters and estimated service life of structures with a polymer coating

Показники	Термін експлуатації		
	50	75	100
Питомий опір	> 100 Ом-см	> 750 Ом-см	1 500 Ом-см
pH	3 — 12	4 — 9	5 — 9

Метод прогнозування, розроблений оцінкою CALTRANS, залежав від того, чи перевищував pH 7,3. Там, де pH постійно був меншим за 7,3, кінцевий термін служби контролювався швидкістю корозії труби, причому швидкість корозії залежала від спільного впливу pH і питомого опору. Для ділянок з pH більше 7,3 контрольним фактором була корозія ґрунту. Ці останні місця, як правило, були в напівпустельних і пустельних районах з менш ніж 10 дюймами опадів на рік. У звіті CALTRANS зазначено, що принаймні 70 відсотків труб, як очікується, прослужать довше, ніж зазначено на діаграмі для розрахунку їх довговічності [23].

В роботі [25] було проведено ефективність застосування різних видів захисту металу, випробування проводилося на стійкість до впливу сольових туманів, за результатами дослідження можна сказати, що оцинкована покриття та алюмінізоване (тип 2) є найменш стійкими до корозії, зразки були видалені з камери випробувань після 3000 годин впливу через надмірну корозію, тоді як полімерний ламінат і термопластичний полімер залишилися в експозиційній камері протягом 3500 год (рис. 5).

До початку 2000-х років нормативна база для робіт з дорожніми водопропускними трубами з металу складалася з різних радянських нормативів. Подібних підходів з впливу корозії металу на довговічність, як в США та ЄС не було, навіть на сьогоднішній день в ВБН В.2.3-218-198 [32] даних

підходів визначення впливу корозії на довговічність немає при широкому будівництві дорожніх водопропускних труб з металу.

Автором [31] було запропоновано модель, що описує поширення корозійних пошкоджень. Пошкодження, викликані корозією (переважно точковою), можуть бути представлені за допомогою напівемпіричних моделей, що описуються за допомогою функції, що полягає в пошуку максимальної глибини пошкодження, це можна записати як:

$$u(t) = \beta_0 \delta_0 t^{\eta_0}, \quad (1)$$

$u(t)$ — глибина ураження CSP пропорційно часу (t),

η_0 — середня швидкість корозії CSP (пов'язана з пошкодженнями, викликаними пасивацією),

β_0 і δ_0 — річна швидкість корозії CSP залежно від агресивності води та засипки, відповідно.



Рисунок 5 – Оцінювання впливу корозії на захисне покриття

Figure 5 – Evaluation of the effect of corrosion on the protective coating

У більш тривалий проміжок часу, після появи продуктів корозії, швидкість процесу сповільнюється, оскільки іржа є природним фізичний бар'єром. Це означає, що процес корозії відбувається постійно постійний, якщо тільки не зміниться раптова структура матеріалу або хімічний склад ґрунтового середовища, що може вплинути на кінетику корозійних процесів.

Корозійні пошкодження зазвичай представлені математичною функцією з фізичним змістом. Але найвигідніше було б отримати модель пошкодження на основі фізичного явища корозії. У цьому розділі представлено модель локалізації корозійних ушкоджень металевих гофрованих конструкцій на основі наступних припущень [33]:

- у початковій фазі (при $t = 0$) корозійні пошкодження дорівнюють 0, а швидкість корозії – скінченна;
- протягом тривалого періоду часу швидкість корозії є постійною;
- корозійні пошкодження незворотні.

Виходячи з наступних припущень, глибину корозії $u(t + \Delta)$ у металевих гофрованих конструкцій можна виразити наступним чином:

$$u(t + \Delta) = u(t) + \Delta \frac{du(t)}{dt} + \frac{\Delta^2}{2!} \frac{d^2 u(t)}{dt^2} + \frac{\Delta^3}{3!} \frac{d^3 u(t)}{dt^3} + \dots \frac{\Delta^{n-1}}{(n-1)!} \times \frac{d^{n-1} u(t)}{dt^{n-1}}. \quad (2)$$

Якщо компоненти рівняння (2), що містять вторинні або вищі похідні, не аналізуються, то рівняння (2) можна виразити у такому вигляді:

$$v_{mean} = \frac{u(t + \Delta) - u(t)}{\Delta}. \quad (3)$$

Рівняння (3) відповідає середньому коефіцієнту пошкодження v_{mean} , який має тенденцію досягати миттєвих значень $\frac{du(t)}{dt}$ при $\Delta \rightarrow 0$.

Участь окислення у виникненні корозійних ушкоджень металевих гофрованих конструкціях пов'язана з утворенням концентрацій кисню всередині сталевій конструкції, які є результатом відмінностей у складі ґрунту (неоднорідності) або деяких фізичних порушень під час утворення засипки (неакurate ущільнення ґрунту). Це вказує на те, що здатність ґрунту до окислення та відновлення (окисно-відновний потенціал *Eredox*), доповнена вимірюваннями питомого опору ґрунту, рН та електричного потенціалу, відіграє важливу роль у оцінці корозійних пошкоджень металевих гофрованих конструкціях (МГК). Проте не варто нехтувати деяким впливом мікробіологічного фактора. Особливо це стосується насичених ґрунтів, де анаеробні бактерії, особливо SRB, завдають будівельних збитків [33].

Вплив мікробіологічної корозії на окислювально-відновний потенціал і на корозійні пошкодження металевих гофрованих конструкціях (МГК) є важливим питанням, оскільки на нього часто впливають як можливість аерації ґрунту, так і здатність ґрунту переносити електрони. Хорошим

прикладом є насичені ґрунти, що містять незначну кількість кисню та іонів заліза, де відбувається відносно швидка реакція відновлення електрохімічних іонів або сульфат-іонів.

Отже, такі параметри навколишнього середовища, як рН, питомий опір ρ , окислювально-відновний потенціал E_{redox} , електричний потенціал V_e , необхідно розглядати як основні фактори, що викликають корозійні пошкодження ґрунтово-сталевих конструкцій. Отже, можна вивести наступну залежність, пов'язану з впливом середовища на даний тип споруд [33]:

$$v_{mean} = C_0 e^{[-(q1 \cdot pH + q2 \cdot \rho + q3 \cdot E_{redox} + q4 \cdot V_e)]}, \quad (4)$$

де C_0 — масштабний показник;

$q1-q4$ — константи, пов'язані з робочим середовищем конструкції.

Іншими важливими елементами, що впливають на появу корозійних пошкоджень на ґрунтових металоконструкціях, є сольові сполуки. Також хлориди і вологість, що містяться в ґрунтовому середовищі, впливають на його опір, тобто електричні властивості. Вплив температури також виражається в окисно-відновному потенціалі та електричному потенціалі. Отже, можна побудувати загальну модель з усіма елементами, але це вимагає врахування взаємозалежності окремих параметрів. Однак, з практичної точки зору, надмірне розширення моделі буде перешкоджати її використанню, тому були зроблені обмеження щодо її найважливіших елементів.

Утворення корозійних тріщин є однією з причин розвитку корозії [33]. Загалом, корозійне розтріскування під напруженням (Stress corrosion cracking — SCC) пов'язане з процесами розтріскування металів під дією двох факторів, тобто (i) сил статичного натягу та (ii) реакцій корозії, пов'язаних з дією електрохімічних факторів. Корозійне розтріскування нагадує звичайне механічне розтріскування металу, однак викликається більш складними причинами [33, 34].

Процес корозійного розтріскування металевих гофрованих конструкцій може поділятися на три основні фази, а саме [33]:

- початок розтріскування та початкове поширення тріщин (фаза i),
- стабільна фаза розвитку тріщин (ii фаза),
- збільшення швидкості розповсюдження тріщин або повного руйнування матеріалу конструкції (iii фаза).

Основним параметром, що визначає процес розтріскування, є показник інтенсивності K і критичне значення концентрації напружень K_{crit} , при якому відбувається корозійне розтріскування [35].

Існує багато механізмів, що описують процес корозійного розтріскування. Однак загалом його можна розділити на дві категорії, тобто анодні та катодні механізми. Анодні механізми містять, вплив появи гальванічних елементів всередині металевої конструкції через наявність різних фаз і забруднень. Тоді як катодний механізм оброблений від виділення водню супутнє корозійне розтріскування, яке скоріше не спостерігається в металевих гофрованих конструкціях.

Ініціювання корозійного розтріскування інженерних конструкцій дуже часто супроводжується появою локальної корозії (часто виникає в перемичках ґрунт-сталь, наприклад, біля з'єднань сталевих листів). У багатьох випадках корозійне розтріскування і локальна корозія відбуваються одночасно. Зазвичай, однак, місцеві прогнози корозії свідчать про наявність корозійної тріщини. Корозійне розтріскування починається в нижній точці від локальної корозії. В основному це результат діяльності,

так званої, виїмки, яка в даному випадку є пітингом. Насічка викликає збільшення локальних напружень, крім того, вплив агресивного середовища посилює появу корозійної тріщини. Пітинги зазвичай виникають у місцях неоднорідності поверхні та сторонніх відкладень. Перехід з місцевої корозії в корозійне розтріскування в основному залежать від: (і) геометричних умов, (іі) форми пітингу, (ііі) рівня напруг та швидкості їх зміни [33, 34, 36]

Максимальну швидкість поширення корозійно-механічної тріщини можна визначити за допомогою суперпозиційної моделі, припускаючи лінійне підсумовування елементарних ефектів:

$$\frac{da}{dN_e} = \frac{da}{dN_m} + \frac{da}{dN_{CF}}, \quad (5)$$

де: $\frac{da}{dN_e}$ — загальна швидкість поширення тріщини в даному середовищі;

$\frac{da}{dN_m}$ — швидкість механічного (втомного) розтріскування;

$\frac{da}{dN_{CF}}$ — швидкість поширення тріщини в результаті взаємодії втомного навантаження та

впливу навколишнє середовище [37].

Таким чином, швидкість розповсюдження корозійно-втомних тріщин у металевих гофрованих конструкціях повністю визначається швидкістю втомного розтріскування та впливом агресивного середовища.

Оцінка стану дорожньої водопропускної труби. Дорожня водопропускна труба піддається внутрішньому та зовнішньому руйнуванню внаслідок дії кислоти, сміття, старіння, лугів, стирання, ерозія та впливу транспортних засобів. Чим довше ці фактори впливають на дорожню водопропускну трубу, тим більше погіршується її стан. Оцінка стану як процесу узагальнено в наступні кроки [5]:

1. Вимірювання ступіня пошкодження/зношення.
2. Визначення вплив цього пошкодження/погіршення на стан об'єкта.
3. Встановлення шкали параметрів, що описують стан об'єкта в цілому.
4. Порівняння наявні пошкодження/погіршення з попередніми записами оцінки стану.

В США [5] згідно з AASHTO використовують оцінку стану споруди, яка описується від трьох до п'яти класів умов. В той час згідно з посібника каналізацій [8] розроблено державну систему з п'ятьма умовами та вважається більш досконалою та поширенішою у використанні. Згідно неї існують наступні стани:

Стан 1: (Відмінний). Немає проявів активної корозії конструкції з будь-якими вимірними втратами на перерізі. Цей стан відноситься до стану труби, де немає видимого погіршення. Час, протягом якого труба перебуває в цьому стані багато в чому залежить від застосованого покриття труби. Оскільки видимих ознак руйнування труб, не рекомендується жодних дій.

Стан 2: (Добре). Мінімальна ймовірність руйнування в короткостроковій перспективі, але ймовірність подальшого погіршення. Середня втрата зрізу менше або дорівнює 10 % товщини.

Рекомендації щодо ремонту водопропускних труб FHWA (1995) і державні DOT не підкреслили важливість очищення та фарбування на такому ранньому етапі термін служби [5].

Стан 3: (Задовільний). Обвалення найближчим часом мало ймовірно, але ймовірно подальше погіршення, включно з розбуханням поверхні виточки. Втрата перетину внаслідок активної корозії піддається вимірюванню, але не впливає на міцність або справність конструкції. Середня втрата профілю становить від 10 % до 30 % товщини. Незношені водопропускні труби можна відновити за умови, що зношена труба може забезпечити необхідну міцність конструкції протягом терміну служби, що залишився. Однак це може бути нерентабельним варіант у довгостроковій перспективі.

Стан 4: (Погано) Корозія розвинута, з ймовірним колапсом в осяжному майбутньому. Водопропускна труба демонструє важкість аналіз гарантійних втрат секції для визначення впливу на кінцеву міцність та/або експлуатаційну придатність структура. Середня втрата профілю перевищує 30 % товщини профілю. За цієї умови Перспективними вважаються державні методи відновлення труб на місці.

Стан 5: (Дуже поганий) Зруйнований або крах неминучий. На цьому етапі труба не може бути відремонтована чи відновлена. Єдиний Рішення полягає в заміні новою водопропускною трубою шляхом земляних або безтраншейних технологій. Деякі з безтраншейних технологій включають ковзання труб і розрив труб.

Підходи з визначення надійності та довговічності

Надійністю водопропускної труби можна вважати ймовірність того, що вона буде працювати протягом певного періоду часу, наприклад, проектний термін служби, за його проектних умов без відмов [5]. Розподіл Вейбулла широко використовується в моделюванні надійності, оскільки інші розподіли, наприклад, експоненціальний, Релея та нормальний, є окремими випадками розподілу Вейбулла. Його розподіл часу до відмови $f(t)$ подано як:

$$f(t) = (\gamma / \theta) t^{\gamma-1} e^{(-t^\gamma) / \theta} \quad (6)$$

де θ і γ характерний ресурс і параметри форми розподілу відповідно.

Функція рівня небезпеки (або частоти відмов) $h(t)$ для розподілу Вейбулла визначається як:

$$h(t) = (\gamma / \theta) t^{\gamma-1} \quad (7)$$

Коли $\gamma > 1$, коефіцієнт ризику є монотонно зростаючою функцією без верхньої межі, яка описує область «знос», тобто вищий стан із малим залишковим терміном служби. Коефіцієнт небезпеки стає постійним для $\gamma = 1$, що характерно для розрахункового ресурсу. Коли $\gamma < 1$, рівень небезпеки становить монотонно спадна функція, яка описує ранню область інтенсивності відмов. Ці невдачі є звичайними виробничими дефектами або неправильними встановленнями та без врахування досвіду.

Надійність $R(t)$ для розподілу Вейбулла визначається як:

$$R(t) = e^{(-t^\gamma) / \theta} \quad (8)$$

І кумулятивна функція розподілу відмови $F(t)$, яка є доповненням до $R(t)$, визначається як:

$$F(t) = 1 - R(t) = 1 - e^{(-t^\gamma)/\theta} \quad (9)$$

Гнучкість моделі Вейбулла дозволяє описати частоту відмов багатьох даних, цей підхід можна застосувати для оцінки залишкового терміну служби кількох типів водопропускних труби [38, 39].

Можна показати, що характеристика параметра ресурсу, θ дорівнює $(td)^\gamma/\ln$. Отже, рівняння 7 можна змінити:

$$R(t) = e^{[-(t/t_d)^\gamma \ln(2)]} \quad (10)$$

У цьому дослідженні передбачається, що водопропускна труба вийшла з ладу, коли її надійність знизилася до 5%, а її вік досяг 150 % очікуваного проектного терміну служби.

В роботі [40] наведено визначення терміна служби в залежності від рН і питомого опору ґрунту, загалом термін служби (SL) можна виразити як:

$$SL = M_t \cdot SL_b + C(\text{Coating}) \quad (11)$$

де M_t — коефіцієнт множення для врахування змін у дорожній водопропускній трубі;
 SL_b — базовий термін служби, визначений за графіком питомий опір-рН-термін служби;
 C — константа, що є функцією типу покриття.

Діаграма питомий опір-рН-термін служби наведена в роботі [40]. Діагональні лінії, що відповідають різним лініям рН, виводяться з рівняння [20]:

$$SL_b = 17.24 \cdot [\log R - \log(2160 - 2490 \cdot \log R)] \quad (12)$$

де R — питомий опір ґрунту, Ом·см.

Для значень рН більше 7,3 рівняння терміну служби має вигляд [20, 41]:

$$SL_b = 1.84 \cdot R^{0.41} \quad (13)$$

Для визначення загального ризику відмови дорожньої водопропускної труби з металевих гофрованих конструкцій від впливу корозії можна застосувати вираз:

$$P_w = 1 - \prod_{i=1}^4 (1 - P_i) \quad (14)$$

P_1 — первинна корозія, внаслідок недоліків самої водопропускної труби, неналежного антикорозійного захисту;

P_2 — корозійний вплив ґрунту (питомий опір, рН, хлориди, сульфати, органіка, твердість тощо);

P_3 — корозійний вплив повітря (атмосферна корозія);

P_4 — корозійний вплив води та ерозійно-абразивні пошкодження.

Висновки та рекомендації.

У деяких країнах, наприклад США, Канаді чи Швеції середній термін служби дорожніх водопропускних труб з металевих гофрованих конструкцій вважається 50 років. Однак тип і інтенсивність навантаження, забруднення навколишнього середовища, вид перешкоди, а також економічність можуть бути підставою для продовження або скорочення терміну служби. У Польщі необхідний термін служби для металевих гофрованих конструкцій становить 100 років (як у випадку типових мостів), у Великобританії навіть 120 років [33]. Багато факторів мають великий вплив на довговічність металевих гофрованих конструкцій, зокрема корозійно-абразивні процеси, експлуатаційна міцність, вибір матеріалів (грунт і сталь), пошкодження болтових з'єднань, втрата стабільності, правильне проектування, належне обслуговування, стійкість до умов місцевого середовища, напр. забруднення повітря або засоби для утримання доріг взимку.

Світовий досвід показує, що корозійні пошкодження є надзвичайно важливою проблемою і вимагають належної реакції на дуже ранній стадії розвитку.

В роботі наведено коротку характеристику впливу середовища на корозію дорожньої водопропускної труби з металевих гофрованих конструкцій, а також підходів визначення її довговічності.

На даний час, відсутня методика оцінки довговічності дорожніх водопропускних труб від ступеня розвитку корозії, тому дане питання є актуальним та потребує детального вивчення.

Перелік посилань

1. Онищенко А. М., Гаркуша М. В., Клименко М. І. Аналіз проблем забезпечення надійності та довговічності гідротехнічних споруд транспортного будівництва з дорожніх водопропускних труб в умовах експлуатації. Дороги і мости. Київ, 2022. Вип. 25. С. 190 – 202. DOI:<https://doi.org/10.36100/dorogimosti2022.25.190>
2. Онищенко А. М., Гаркуша М. В., Клименко М. І. Аналіз технічного стану гідротехнічних споруд транспортного будівництва з дорожніх водопропускних труб від впливу корозії. Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. Київ, 2022. Вип. 111. С. 164–173. (Фахове видання) DOI:10.33744/0365-8171-2022-111-164-173
3. West, A.; Williams, K.; Villeneuve, D.; Carroll, P. (2012). Added Longevity with Thermoplastic Polymer Coated Structural Steel Plate. Atlantic Industries, Canada.
4. Гаркуша М.В. Вплив пошкоджених гідротехнічних споруд транспортного будівництва з дорожніх водопропускних труб на навколишнє середовище. Збірник матеріалів містить тези учасників V Міжнародній науково-технічній конференції «Водопостачання та водовідведення: проектування, будова, експлуатація, моніторинг», що проводилася 11-13 жовтня 2023 року на базі Національного університету «Львівська політехніка» у місті Львові. С. 82 — 83.
5. Jay N. Meegoda, Thomas M. Julian and Chi Tang (2009) Culvert Information Management System – Demonstration Project New Jersey Institute of Technology Newark, NJ 07102. P. 51
6. BMROSS (2012). City of Ottawa Ottawa Road 174 at Jeanne D'Arc Pipe Collapse Root Cause Analysis Report. 2012. P.37
7. Dr. David Boyajian, Dr. Sarni Maalouf, Dr. Tadeh Zirkian, and CSUN Student Researchers (2019). California Corrugated Steel Pipe (CSP) Culvert Service Life. California Department of Transportation. P.99.
8. Sewerage Rehabilitation Manual. WRC Publications, 2001. P. 688.

9. Corrugated Steel Pipe Institute. (2009). Handbook of steel drainage & highway construction products. (2nd Canadian ed.). Canada: American Iron and Steel Institute.
10. Spangler, M. G. (1941). The structural design of flexible pipe culverts. Iowa Engineering Experiment Station. Bulletin 153
11. Beaton, J., & Stratfull, R. (1962). Field Test for Estimating Service Life of Corrugated Metal Pipe Culverts. Highway Research Board Proceedings, Vol. 41.
12. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). (2007). Highway drainage guidelines. (4th ed.). Washington, D.C.
13. Gabriel, L. H., Moran, E. T. (1998) Service Life of Drainage Pipe. Transportation Research Board, Washington, D.C.
14. Chaker, V. (1990). Corrosion testing in soils—Past, present, and future. In Corrosion Testing and Evaluation: Silver Anniversary Volume (pp. 95-111): ASTM International.
15. Modern Sewer Design (1995) American Iron and Steel Institute; 3rd edition. P. 306.
16. Maher, M., Hebel, G., & Fuggle, A. (2015). Service Life of Culverts. Transportation Research Board, Washington, D.C. Retrieved from <http://www.trb.org/Main/Blurbs/172633.aspx>
17. Beben, D. (2014). Backfill corrosivity around corrugated steel plate culverts. Journal of Performance of Constructed Facilities, 29(6).
18. Chaker, V. (1990). Corrosion testing in soils—Past, present, and future. In Corrosion Testing and Evaluation: Silver Anniversary Volume (pp. 95-111): ASTM International.
19. California Department of Transportation (Caltrans), Caltrans Supplement to FHWA Culvert Repair Practices Manual, Design Information Bulletin No. 83-03, Caltrans, Sacramento, 2013
20. California Department of Transportation, Division of Construction (CalTrans). (1978). Method for Estimating the Service Life of Steel Culverts: California Test 643. Sacramento, CA.
21. Bradford, S. A. (2000). The practical handbook of corrosion control in soils.
22. Hepfner, J. J. (2001). Statewide corrosivity study on corrugated steel culvert pipe.
23. NCSPA Corrugated Steel Pipe Design Manual (2008) National Corrugated Steel Pipe Association 14070 Proton Road Suite 100 LB 9 Dallas, TX 75244. P 637.
24. Corrugated Pipe Durability Guidelines, FHWA Technical Advisory T 5040,12, October 1979, Federal Highway Administration, Washington, D.C. 20590, 9 pp.
25. West, A.; Williams, K.; Villeneuve, D.; Carroll, P. (2012). Added Longevity with Thermoplastic Polymer Coated Structural Steel Plate. Atlantic Industries, Canada.
26. Corrugated Steel Pipe Institute. Canadian Performance Guideline for Structural Plate Corrugated Steel Pipe and Deep Corrugated Structural Plate Structures. Technical Bulletin. Issue Thirteen: October 24, 2011. Cambridge, Ontario.
27. Ault, P. White Paper: Performance Guideline for Buried Steel Structures. Elzly Technology Corporation, 2012. Ocean City, New Jersey.
28. AASHTO M 218 Standard Specification for Steel Sheet, Zinc-Coated (Galvanized), for Corrugated Steel Pipe
29. AASHTO M 274 Standard Specification for Steel Sheet, Aluminum-Coated (Type 2), for Corrugated Steel Pipe
30. Berry, I. Uniquely Engineered Coating for Storm Sewers and Culverts. Warner Custom Coating. Presentation, 2012. Guelph, Ontario

31. Alamilla JL, Espinosa-Medina MA, Sosa E (2009) Modelling steel corrosion damage in soil environment. *Corros Sci* 51:2628–2638
32. ВБН В.2.3-218-198:2007 Споруди транспорту. Проектування та будівництво споруд із металевих гофрованих конструкцій на автомобільних дорогах загального користування.
33. Damian Beben (2020). *Soil-Steel Bridges*. Geotechnical, Geological and Earthquake Engineering. Springer Nature Switzerland AG 2020. P. 214. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-34788-8>
34. Jones RH, Ricker RE (2017) Mechanisms of stress-corrosion cracking. In: Jones RH (ed) *Stresscorrosion cracking: materials performance and evaluation*, 2nd edn. ASTM International, Materials Park DOI:<https://doi.org/10.31399/asm.tb.sccmpe2.9781627082662>
35. Orlikowski J (2008) Corrosive cracking. In: Darowicki K (ed) *Corrosion processes*. Gdansk University of Technology Publisher, Gdansk.
36. Buck O, Ranjan R (1986) Evaluation of a crack-tip-opening displacement model under stresscorrosion conditions, In: Jones RH, Geberich WW(eds) *Modelling environmental effects on crack growth processes*. The Metallurgical Society;
37. Stachowiak A, Zwierzycki W (2007) Predicting the propagation rate of corrosion-fatigue cracks. *Op Probl* 4:233–240.
38. Elsayed A. Elsayed, “ReliabilityEngineering”, AddisonWesleyLongman, Inc. Reading, MA, 1996, pp. 20-26
39. Burn, L.S., Eiswirth, M. DeSilva, D., and Davis, P., “Condition Monitoring and its Role in Asset Planning”, Pipes Wagga Wagga 2001, Australia)
40. Molinas, A., & Mommandi, A. (2009). Development of New Corrosion/Abrasion Guidelines for Selection of Culvert Pipe Materials. P. 122.
41. Kaplan, E.L. and Meier, P. (1958) Non parametric Estimation from Incomplete Observations. *Journal of the American Statistical Association*, 53, 457-481. <http://dx.doi.org/10.1080/01621459.1958.10501452>

APPROACHES FOR DETERMINING THE RELIABILITY OF ROAD WATER PIPES FROM METAL CORRUGATED STRUCTURES FROM THE POSITION OF THE INFLUENCE OF CORROSION

Mykola Harkusha, Candidate of Technical Sciences, National Transport University, Associate Professor of the Department of Tunnel Bridges and Hydraulic Structures, e-mail: mykola.harkusha@ntu.edu.ua, +380966287905, <https://orcid.org/0000-0002-5388-0561>

Summary. Road culverts made of metal corrugated structures are increasingly used in the transport construction of Ukraine. One of the main factors affecting the durability of a road culvert is corrosion of the metal of the pipe itself. Corrosion damage is an extremely important problem and requires an appropriate response at a very early stage of development. In most cases, damage is irreversible, especially when it occurs from the soil side. The determination of durability must also take into account maintenance costs, which must be considered in relation to the cost of replacing the structure.

The article considered the influence of the environment on the corrosion of a road culvert made of metal corrugated structures and proposed an approach for determining the reliability and durability of a road culvert.

Key words: road, hydraulic structures, road clothing, road culvert, corrosion, transport structure

References

1. Onyshchenko A. M., Harkusha M. V., Klymenko M. I. Analiz problem zabezpechennya nadiynosti ta dovhovichnosti hidrotekhnichnykh sporud transportnoho budivnytstva z dorozhnikh vodopropus-knykh trub v umovakh ekspluatatsiyi. Dorohy i mosty. Kyiv, 2022. Vyp. 25. S. 190 – 202. DOI:<https://doi.org/10.36100/dorogimosti2022.25.190>
2. Onyshchenko A. M., Harkusha M. V., Klymenko M. I. Analiz tekhnichnoho stanu hidrotekhnichnykh sporud transportnoho budivnytstva z dorozhnikh vodopropusknykh trub vid vplyvu koroziyi. Avtomobil'ni dorohy i dorozhny ebudivnytstva. Kyiv, 2022. Vyp. 111. S. 164–173. (Fakhove vydannya) DOI:10.33744/0365-8171-2022-111-164-173
3. West, A.; Williams, K.; Villeneuve, D.; Carroll, P. (2012). Added Longevity with Thermoplastic Polymer Coated Structural Steel Plate. Atlantic Industries, Canada.
4. Harkusha M.V. Vplyv poshkodzhenykh hidrotekhnichnykh sporud transportnoho budivnytstva z dorozhnikh vodopropusknykh trub na navkolyshnye seredovyshe. Zbirnyk materialiv mistyt' tezy uchasnykiv V Mizhnarodniy naukovo-tekhnichniy konferentsiyi «Vodopostachannya ta vodovidvedennya: proektuvannya, budova, ekspluatatsiya, monitorynh», shcho provodylasya 11-13 zhovtnya 2023 roku na bazi Natsional'noho universytetu «L'vivs'ka politekhnika» u misti L'vovi. S. 82 — 83.
5. Jay N. Meegoda, Thomas M. Juliano and Chi Tang (2009) Culvert Information Management System – Demonstration Project New Jersey Institute of Technology Newark, NJ 07102. P. 51
6. BMROSS (2012). Cityof Ottawa Ottawa Road 174 at Jeanne D'Arc Pipe Collapse Root Cause Analysis Report. 2012. P.37
7. Dr. David Boyajian, Dr. Sarni Maalouf, Dr. Tadeh Zirakian, and CSUN Student Researchers (2019). California Corrugated Steel Pipe (CSP) Culvert Service Life. California Department of Transportation. P.99.
8. Sewerage Rehabilitation Manual. WRc Publications, 2001. P. 688.
9. Corrugated Steel Pipe Institute. (2009). Handbook of steel drainage & highway construction products. (2nd Canadian ed.). Canada: American Iron and Steel Institute.
10. Spangler, M. G. (1941). The structural design of flexible pipe culverts. Iowa Engineering Experiment Station. Bulletin 153
11. Beaton, J., & Stratfull, R. (1962). Field Test for Estimating Service Life of Corrugated Metal Pipe Culverts. Highway Research Board Proceedings, Vol. 41.
12. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). (2007). Highway drainage guidelines. (4th ed.). Washington, D.C.
13. Gabriel, L. H., Moran, E. T. (1998) Service Life of Drainage Pipe. Transportation Research Board, Washington, D.C.
14. Chaker, V. (1990). Corrosion testing in soils—Past, present, and future. In Corrosion Testing and Evaluation: Silver Anniversary Volume (pp. 95-111): ASTM International.
15. Modern Sewer Design (1995) American Iron and Steel Institute; 3rd edition. P. 306.
16. Maher, M., Hebeler, G., & Fuggle, A. (2015). Service Life of Culverts. Transportation Research Board, Washington, D.C. Retrieved from <http://www.trb.org/Main/Blurbs/172633.aspx>
17. Beben, D. (2014). Backfill corrosivity around corrugated steel plate culverts. Journal of Performance of Constructed Facilities, 29(6).

18. Chaker, V. (1990). Corrosion testing in soils—Past, present, and future. In Corrosion Testing and Evaluation: Silver Anniversary Volume (pp. 95-111): ASTM International.
19. California Department of Transportation (Caltrans), Caltrans Supplement to FHWA Culvert Repair Practices Manual, Design Information Bulletin No. 83-03, Caltrans, Sacramento, 2013
20. California Department of Transportation, Division of Construction (CalTrans). (1978). Method for Estimating the Service Life of Steel Culverts: California Test 643. Sacramento, CA.
21. Bradford, S. A. (2000). The practical handbook of corrosion control in soils.
22. Hepfner, J. J. (2001). Statewide corrosivity study on corrugated steel culvert pipe.
23. NCSPA Corrugated Steel Pipe Design Manual (2008) National Corrugated Steel Pipe Association 14070 Proton Road Suite 100 LB 9 Dallas, TX 75244. P 637.
24. Corrugated Pipe Durability Guidelines, FHWA Technical Advisory T 5040,12, October 1979, Federal Highway Administration, Washington, D.C. 20590, 9 pp.
25. West, A.; Williams, K.; Villeneuve, D.; Carroll, P. (2012). Added Longevity with Thermoplastic Polymer Coated Structural Steel Plate. Atlantic Industries, Canada.
26. Corrugated Steel Pipe Institute. Canadian Performance Guideline for Structural Plate Corrugated Steel Pipe and Deep Corrugated Structural Plate Structures. Technical Bulletin. Issue Thirteen: October 24, 2011. Cambridge, Ontario.
27. Ault, P. White Paper: Performance Guideline for Buried Steel Structures. Elzly Technology Corporation, 2012. Ocean City, New Jersey.
28. AASHTO M 218 Standard Specification for Steel Sheet, Zinc-Coated (Galvanized), for Corrugated Steel Pipe
29. AASHTO M 274 Standard Specification for Steel Sheet, Aluminum-Coated (Type 2), for Corrugated Steel Pipe
30. Berry, I. Uniquely Engineered Coating for Storm Sewers and Culverts. Warner Custom Coating. Presentation, 2012. Guelph, Ontario
31. Alamilla JL, Espinosa-Medina MA, Sosa E (2009) Modelling steel corrosion damage in soil environment. Corros Sci 51:2628–2638
32. ВБН В.2.3-218-198:2007 Споруди транспорту. Проектування та будівництво споруд із металевих гофрованих конструкцій на автомобільних дорогах загального користування.
33. Damian Beben (2020). Soil-Steel Bridges. Geotechnical, Geological and Earthquake Engineering. Springer Nature Switzerland AG 2020. P. 214. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-34788-8>
34. Jones RH, Ricker RE (2017) Mechanisms of stress-corrosion cracking. In: Jones RH (ed) Stresscorrosion cracking: materials performance and evaluation, 2nd edn. ASTM International, Materials Park DOI:<https://doi.org/10.31399/asm.tb.sccmpe2.9781627082662>
35. Orlikowski J (2008) Corrosive cracking. In: Darowicki K (ed) Corrosion processes. Gdansk University of Technology Publisher, Gdansk.
36. Buck O, Ranjan R (1986) Evaluation of a crack-tip-opening displacement model under stresscorrosion conditions, In: Jones RH, Geberich WW(eds) Modelling environmental effects on crack growth processes. The Metallurgical Society;
37. Stachowiak A, Zwierzycki W (2007) Predicting the propagation rate of corrosion-fatigue cracks. Op Probl 4:233–240.
38. Elsayed A. Elsayed, “ReliabilityEngineering”, AddisonWesleyLongman, Inc. Reading, MA, 1996, pp. 20-26

39. Burn, L.S., Eiswirth, M. DeSilva, D., and Davis, P., “Condition Monitoring and its Role in Asset Planning”, Pipes Wagga Wagga 2001, Australia)
40. Molinas, A., & Mommandi, A. (2009). Development of New Corrosion/Abrasion Guidelines for Selection of Culvert Pipe Materials. P. 122.
41. Kaplan, E.L. and Meier, P. (1958) Non parametric Estimation from Incomplete Observations. Journal of the American Statistical Association, 53, 457-481.
<http://dx.doi.org/10.1080/01621459.1958.10501452>

ДОСВІД ВИМІРЮВАННЯ ЗУСИЛЬ У КАНАТНИХ ЕЛЕМЕНТАХ ВАНТОВИХ МОСТІВ

EXPERIENCE IN MEASURING EFFORT IN ROPE ELEMENTS OF CABLE BRIDGES



Онищенко Артур Миколайович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри мостів, тунелів та гідротехнічних споруд, Національний транспортний університет, Київ, Україна
e-mail: onyshchenko.a.m.ntu@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-1040-4530>



Стащук Павло Михайлович, кандидат технічних наук, доцент кафедри мостів, тунелів та гідротехнічних споруд Національний транспортний університет, Київ, Україна,
e-mail: pavlo.stashuk@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-5221-7015>



Чиженко Наталія Петрівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри мостів, тунелів та гідротехнічних споруд Національний транспортний університет, Київ, Україна, e-mail: chyzhenko_np@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0002-9152-2474>



Мазуренко Олег Володимирович, аспірант кафедри мостів, тунелів та гідротехнічних споруд, Національний транспортний університет, Київ, Україна e-mail: Olegvld@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0002-2619-382x>

Анотація. Робота присвячена питанню проведенню технічної діагностики визначення зусиль в вантах вантового моста через гавань р.Дніпро в м.Києві по об'єкту: «Будівництво Подільського мостового переходу через р. Дніпро у м. Києві» на заключних етапах піддомкращування прогонової будови моста.

Як відомо загальна методологія технічної діагностики базується на проведенні статичних або динамічних випробувань. Випробування проводять для встановлення характеру і величини навантажень на конструкції моста, визначення дійсного рівня напружень в елементах. Причому інколи деякі види випробування проводяться не лише на мостах будівництво яких закінчене, але і на спорудах під час їхнього будівництва. Одним з таких видів випробувань є випробування що виконуються для визначення величини навантаження у канатних елементах вантових мостів.

Наразі одним з таких видів випробувань є випробування що виконуються для визначення величини навантаження у канатних елементах вантових мостів. На даний час прийнятними методиками для визначення зусиль у канатних елементах вантових мостів є: встановлення електронних динамометрів в місцях анкерування канатів для вимірювання навантаження, геодезичні вимірювання провисання канатів вант, визначення частоти власних коливань канатів вант, тощо.

В роботі наведено результати проведених випробувань вимірювання зусиль у вантах прогонової будови від власної ваги шляхом збудження в них механічних коливань та визначенням частот власних коливань, та вимірюванням провисань вантів (стрілки провисання) лазерним 3-Д скануванням вантів.

Ключові слова: зусилля, канатні елементи, вантовий міст, навантаження, прогонова будова.

Вступ. Загальна методологія технічної діагностики базується на проведенні статичних або динамічних випробувань [1]. Випробування проводять для встановлення характеру і величини навантажень на конструкції моста, визначення дійсного рівня напружень в елементах. Причому інколи деякі види випробування проводяться не лише на мостах будівництво яких закінчене, але і на спорудах під час їхнього будівництва. Одним з таких видів випробувань є випробування що виконуються для визначення величини навантаження у канатних елементах вантових мостів. На даний час прийнятними методиками для визначення зусиль у канатних елементах вантових мостів є: встановлення електронних динамометрів в місцях анкерування канатів для вимірювання навантаження, геодезичні вимірювання провисання канатів вант, визначення частоти власних коливань канатів вант, тощо.

Мета роботи є визначення зусиль в вантах вантового моста через гавань р.Дніпро в м.Києві по об'єкту: «Будівництво Подільського мостового переходу через р. Дніпро у м. Києві» на заключних етапах піддомкочування прогонової будови моста.

Мета роботи досягнута виконанням вимірювання зусиль у вантах прогонової будови від власної ваги шляхом збудження в них механічних коливань та визначенням частот власних коливань, та вимірюванням провисань вантів (стрілки провисання) лазерним 3-Д скануванням вантів.

Виклад основного матеріалу. У 2021 р. було виконано роботи з визначення зусиль в канатах аркового мосту Подільського мостового переходу через р. Дніпро у м. Києві на етапі натягу канатів прогонової будови моста. Під час будівництва незначну частину анкерів канатів було обладнано електронними динамометрами для визначення величини їх завантаження. Для оцінки просторової роботи конструкції та рівня завантаженості усіх канатних елементів виконано визначення зусиль у всіх канатах аркового мосту. Традиційне вимірювання провисання канату у зв'язку із їх майже вертикальним розташуванням не могло бути використане як метод дослідження. Мета була досягнута виконанням вимірювання зусиль у канатах прогонової будови від власної ваги шляхом збудження в них механічних коливань та визначенням частот власних коливань канатів.

Місця приєднання до конструкцій моста механічного навантаження при динамічних випробуваннях визначається в залежності від необхідності збудження певних форм механічних коливань. Для збудження механічних коливань першої форми коливань у канатах аркового моста через р. Дніпро Подільського мостового переходу в м. Києві достатньо прикладення зусилля відтяжки ванта 0,02 т в $\frac{1}{2}$ довжини каната.

Власні частоти (першої та вищих форм) поперечних коливань n_i канатних елементів з малою згинальною жорсткістю і горизонтальним розташуванням точок закріплення (рис. 1) вираховують за формулою [1]:

$$n_i = \frac{i^2}{2L} \sqrt{\frac{P}{q_0}}, \quad 1)$$

де: P – поздовжнє зусилля в елементі, т; L – довжина елемента, м; q_0 – погонна маса елемента, т $\times$ с²/м.

Випробування проводилися при похмурій погоді, за температури повітря +10°C.

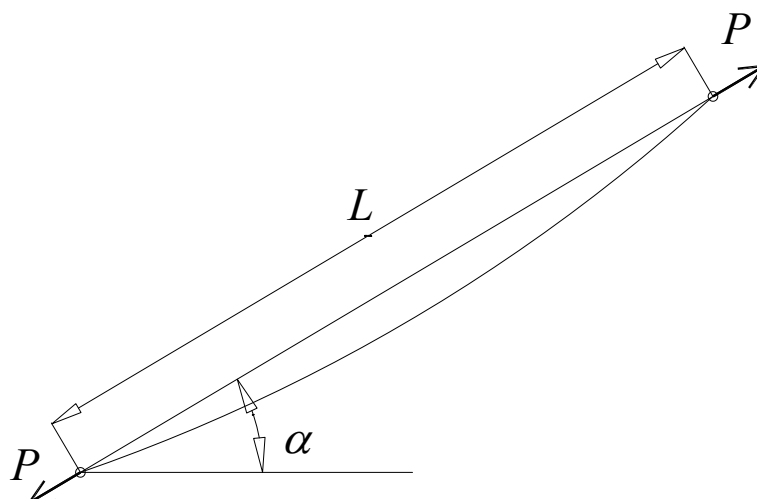


Рисунок 1 – Схема канатного елемента

Figure 1 – Scheme of the rope element

Реєструвалися коливання (віброшвидкість) в кожному канаті із використанням портативного віброаналізатору-реєстратора та п'єзокерамічного давача. Аналоговий сигнал від давача підсилювався у 2000 разів та реєструвався віброреєстратором. В лабораторних умовах записи розшифровувалися та піддавалися аналізу з використанням програмного комплексу «СпектрУМ» та вбудованого програмного забезпечення віброреєстратора. Довжину канатів визначали за допомогою лазерного далекоміру.



Рисунок 2 – Давач динамічних коливань встановлений на канаті

Figure 2 – The transducer of dynamic oscillations is installed on the rope

Прийнята схема позначень канатів вант наступна: канат 1 – зі сторони острова Труханів; канат 34 – зі сторони Рибальського півострова; Канат 2В – канат №2 з верхового боку; Канат 2Н – канат №2 з низового боку.

Результати досліджень представлені в таблиці 1.

Прийнята така схема позначень:

Опора 5 – початок вантового моста (з боку Подолу);

Опори 6, 7 – проміжні опори, на яких влаштовано пілони моста;

Опора 8 – кінець вантового моста.

Нумерація вант: вант 1 – зі сторони Рибальського півострова, вант 12 – зі сторони Подолу;

Вант 1, канат 1 в – вант №1, канат №1 з верхового боку;

Вант 1, канат 2 в – вант №1, канат №2 з верхового боку;

Вант 1, канат 3 в – вант №1, канат №3 з верхового боку;

Вант 1, канат 4 в – вант №1, канат №4 з верхового боку;

Аналогічні позначення вант низової ферми:

Вант 1, канат 1 н – вант №1, канат №1 з низового боку...

Таблиця 1 – Зусилля у канатах аркової прогонової будови моста через р. Дніпро

Table 1 – Efforts in the ropes of the arch span structure of the bridge over the Dnipro River

№ каната	Перша власна частота Гц	Довжина каната, l, м	Зусилля в канаті N, т	№ канату	Перша власна частота Гц	Довжин а каната, l, м	Зусилля в канаті N, т
2 Н	9.56	5.78	53.1	2 В	9.09	5.82	48.7
3 Н	3.71	9.80	23.0	3 В	3.78	9.83	24.0
4 Н	5.07	13.65	83.3	4 В	4.14	13.69	55.9
5 Н	3.74	17.13	71.4	5 В	3.84	17.20	75.9
6 Н	2.71	20.47	53.5	6 В	3.06	20.53	68.6
7 Н	1.95	23.58	36.8	7 В	2.25	23.65	49.2
8 Н	2.12	26.50	54.9	8 В	2.31	26.56	65.5
9 Н	2.03	29.19	61.1	9 В	2.20	29.22	71.9
10 Н	1.89	31.64	62.2	10 В	2.09	31.67	76.2
11 Н	1.77	33.87	62.5	11 В	1.92	33.87	73.5
12 Н	1.71	35.81	65.2	12 В	1.84	35.78	75.4
13 Н	1.66	37.42	67.1	13 В	1.89	37.41	86.9
14 Н	1.63	38.78	69.5	14 В	1.67	38.70	72.6
15 Н	1.51	39.75	62.6	15 В	1.62	39.69	71.9
16 Н	1.37	40.41	53.3	16 В	1.54	40.35	67.1
17 Н	1.44	40.82	60.1	17 В	1.48	40.78	63.3
18 Н	1.49	40.82	64.3	18 В	1.39	40.78	55.9
19 Н	1.48	40.39	62.1	19 В	1.55	40.39	68.1
20 Н	1.55	39.73	65.9	20 В	1.71	39.72	80.2
21 Н	1.54	38.73	61.9	21 В	1.65	38.75	71.1
22 Н	1.65	37.43	66.3	22 В	1.84	37.46	82.6
23 Н	1.69	35.82	63.7	23 В	1.82	35.85	74.0
24 Н	1.59	33.91	50.5	24 В	1.99	33.92	79.2
25 Н	2.10	31.71	77.1	25 В	2.18	31.74	83.2
26 Н	2.10	29.24	65.6	26 В	2.14	29.29	68.3
27 Н	2.59	26.56	82.3	27 В	2.27	26.57	63.3
28 Н	2.59	23.66	65.3	28 В	2.42	23.66	57.0
29 Н	2.61	20.52	49.9	29 В	2.73	20.51	54.5
30 Н	-	17.19	-	30 В	3.22	17.15	53.0
31 Н	4.59	13.67	68.5	31 В	4.69	13.70	71.8
32 Н	3.44	9.82	19.8	32 В	4.66	9.86	36.7
33 Н	9.26	5.81	50.3	33 В	12.32	5.85	90.3

Отримані значення зусиль в канатах відповідали проєктним значенням.

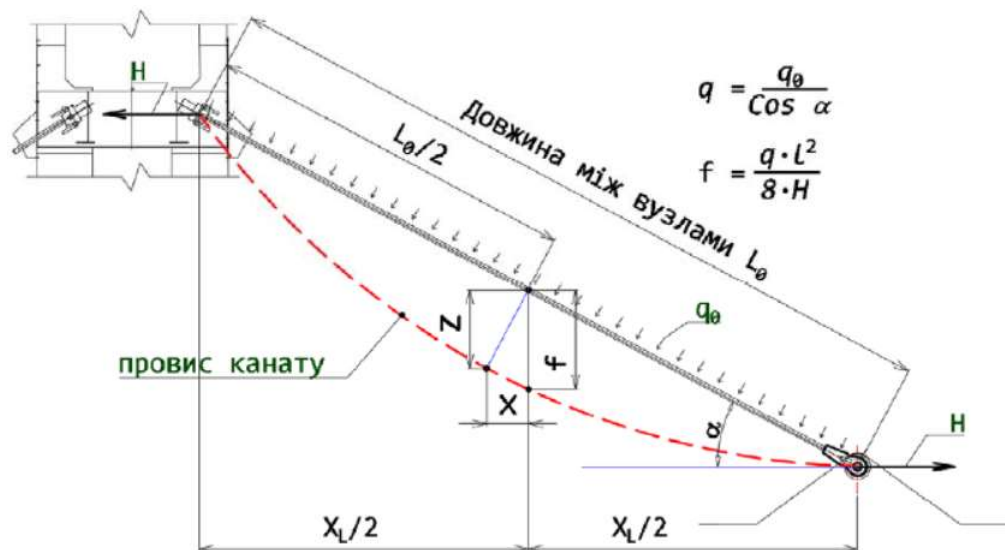


Рисунок 3 – Схема визначення натягу вантів за провисанням канату «стрілкою»

Figure 3 – The seme of determining the tension of the ropes would be the slack of the rope with an "arosh"

Руслова частина моста симетрична, трипрогінна нерозрізна вантово-балочної схеми: 65,85 м+144,00 м+65,85 м. Міст був призначений для пропуску одиночних спецавтомобілів і пішоходів по тротуарам. Габарит проїзду Г-7, ширина тротуарів - 1,5 м.

В поперечному перерізі прогонова будова має дві головні балки П-подібного перерізу з віддалю між осями 9,6 м. Проїзна частина складається з Т-подібних балок шириною 1,5 м, що опираються на суцільні полицьки вертикальних стінок головних балок. В П-подібній площині головних балок розміщені пристрої для кріплення канатів.

Ванти моста радіальні, розташовані в двох площинах. В кожній площині від пілонів в обидва боки відходить три ванти, всього вант на мосту - 24 шт. Ванти моста виготовлені з витих канатів закритого типу за ГОСТ 7676-55. Канати об'єднані у ванти стяжними муфтами. Закріплення всіх вант на пілоні жорстке. Пілони залізобетонні, висотою 42 м, розрахункова висота пілонів над віссю балки жорсткості – 27 м.

Закриті канати характеризуються підвищеною щільністю перерізу, обумовленою використанням в зовнішніх шарах канатів фасонних проволоку -зетоподібних (зовнішній шар) і трапецієвидних (другий та третій шари). Внутрішня частина канатів виконана з круглих проволоку. Фасонні проволоки, щільно прилягаючи одна до одної, ізолюють внутрішню частину канату від агресивного впливу довкілля.

Ванти з верхової і низової сторони моста складаються:

- ванти 1, 6, 7 та 12 з канатів діаметром 70 мм, по 4 шт в ванті;
- ванти 3, 4, 9 та 10 з канатів діаметром 70 мм, по 2 шт в ванті;
- ванти 2, 5, 7 та 11 з канатів діаметром 55 мм, по 4 шт в ванті.

Канати виготовлені з проволоч трьох типів – зетоподібних (перший зовнішній шар), трапецієвидних (другий і третій шари) та круглих (внутрішня частина канату). Дані про канати приведені в таблицях 2 та 3.

Таблиця 2 – Дані про канат діаметром 70 мм

Table 2 – Data on a rope with a diameter of 70 mm

Тип проволоч.	Площа перерізу проволоч и, мм ² .	Кількість проволоч , шт.	Площа перерізу проволоч даного типу, мм ² .	Опір розриву проволоч, кгс/мм ² .	Сумарне розривне зусилля проволоч даного шару, кгс.	Сумарне розривне зусилля проволоч канату, кгс.	Агрегатн а міцність канату, кгс.
Z зовнішній шар	29,5	37	1095	120	131300	395000	Не регламен тується
□ другий шар	22,8	33	755		90600		
□ третій шар	18,5	30	557		66900		
0	14,5	61	885		106200		

Примітка до таблиці: Z – зетоподібні проволочки висотою 6 мм, □ - трапецієвидні проволочки другого та третього шарів висотою 5 мм і 4,5 мм відповідно, 0 – круглі проволочки діаметром 4,3 мм.

Таблиця 3 - Дані про канат діаметром 55 мм

Table 3– Data on a rope with a diameter of 55 mm

Тип перерізу проволоч.	Площа перерізу проволоч и, мм ² .	Кількість проволоч , шт.	Площа перерізу проволоч даного типу, мм ² .	Опір розриву проволоч, кгс/мм ² .	Сумарне розривне зусилля проволоч даного шару, кгс.	Сумарне розривне зусилля проволоч канату, кгс.	Агрегатн а міцність канату, кгс.
Z зовнішній шар	28,5	26	741	120	89000	249000	Не регламен тується
□ другий шар	22,6	27	610		73300		
□ третій шар	18,3	21	384		46200		
0	9,1	37	337		40500		

Примітка до таблиці: Z – зетоподібні проволоки висотою 6 мм, □ – трапецієвидні проволоки другого та третього шарів висотою 5 мм і 4,5 мм відповідно, 0 – круглі проволоки діаметром 3,4 мм.

Анкерні закріплення канатів – литі обойми (матеріал сталь 25Л-II), в межах яких кінці канатів розплетені і круглі проволоки загнуті гачками. Обойми залиті цинковим сплавом ЦАМ 9-1,5.

Канати вант 3, 4, 9 та 10 анкеруються на пілоні і в прогоновій будові, решта канатів анкерується лише в прогоновій будові, а на пілоні вони перекинуті через сідло. Анкерні закріплення канатів в прогоновій будові опираються на опорні столики з низьколегованої сталі, прикріплені до головних балок, до опорних столиків канати проходять крізь вікна в тротуарах.

Опорні столики розташовані в два яруси. На столиках верхнього ярусу закріплені канати № 1 та 2 вант 1, 2, 5, 6, 7, 8, 11 та 12 і канати 1 вант 3, 4, 9 та 10, решта канатів закріплена на столиках нижнього ярусу.

Місця приєднання до конструкцій моста механічного навантаження при динамічних випробуваннях визначається в залежності від необхідності збудження певних форм механічних коливань. Для збудження механічних коливань у вантах моста через гавань р. Дніпро в м. Києві достатньо прикладення зусилля відтяжки ванта 0,1 т.с.

Власні частоти (першої та вищих форм) поперечних коливань n_i канатних елементів з малою згинальною жорсткістю і горизонтальним розташуванням точок закріплення вираховують за формулою [2]:

$$n_i = \frac{i^2}{2L} \sqrt{\frac{P}{q_0}}, \quad 2)$$

де: P – поздовжнє зусилля в елементі, т; L – довжина елемента, м; q_0 – погонна маса елемента, т×с²/м.

Стрілка провисання f канатного елемента (при стрілках провисання менших 1/20 прогону ванта) визначається за формулою [3]:

$$f = \frac{q \cdot l^2}{8H}, \quad 3)$$

де:

$$q = \frac{q_0}{\cos \alpha}, \quad 4)$$

$$l = L \cdot \cos \alpha, \quad 5)$$

де: H – розпір, т; L – довжина елемента, м; α – кут нахилу до горизонту ванта, градуси.

Поздовжнє зусилля в елементі визначається за формулою:

$$P = \frac{H}{\cos \alpha}, \quad 6)$$

Через аварійний стан плити прогонової будови неможливим є заїзд автовишки і встановлення давачів реєстрації коливань в $\frac{1}{2}$ довжині вант і, відповідно, визначення першої форми згинальних коливань є ускладненим. Визначення зусиль виконували за другою формою згинальних власних коливань вант. При тому, датчик реєстрації коливань встановлювали безпосередньо на вантах на висоті 2,5 - 3 м над рівнем прогонової будови (рис. 4).

Реєстрація та аналіз механічних коливань вант виконане з використанням програмно-технічного комплексу «FREQS».

Провисання вант визначено з використанням лазерного 3D-сканування прогонових будов та вант приладом TRIMBLE SX10.

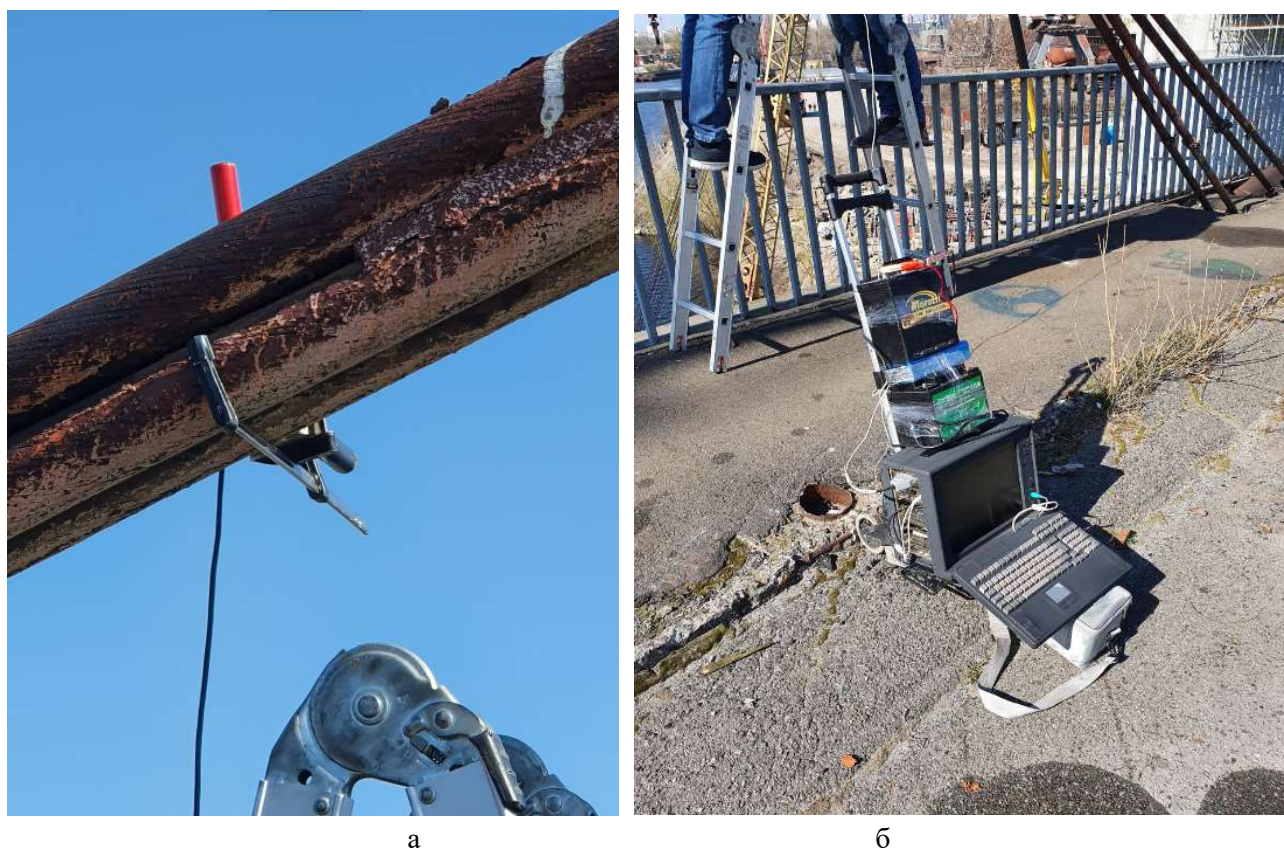


Рисунок 4 – а – Давач динамічних коливань встановлений на ванті; б – Програмно-технічний комплекс для аналізу динамічних коливань

Figure 4 – a – The sensor of dynamic oscillations is installed on the cable; b – Software and technical complex for the analysis of dynamic fluctuations

Дослідження виконували 01.04.2020 р та 06.04.2020 р при різних величинах підйому прогонової будови.

Результати досліджень, за даними дослідження 01.04.2020 р представлені в таблиці 3.

Таблиця 4 – Зусилля у вантах прогонової будови моста (результати досліджень)

Table 4– Efforts in the cables of the span structure of the bridge (research results)

№ ванта	Зусилля у ванті (за провисаннями), тс (вимірювання.)	Зусилля у ванті (за власними коливаннями), тс (вимірювання)	Зусилля у ванті згідно проекту, тс
1 в	101	144	370
1 н	94	119	370
2 в	46	47	300
2 н	40	40	300
3 в	13	16	194
3 н	12	16	194
4 в	37	49	191
4 н	39	46	191
5 в	40	41	321
5 н	32	35	321
6 в	91	124	360
6 н	90	120	360
7 в	87	109	360
7 н	79	98	360
8 в	61	34	321
8 н	32	34	321
9 в	36	-	191
9 н	39	-	191
10 в	10	16	194
10 н	9	-	194
11 в	77	81	300
11 н	49	55	300
12 в	83	-	370
12 н	77	-	370

Результати досліджень, за даними дослідження 06.04.2020 р представлені в таблиці 4.

Таблиця 5 – Зусилля у вантах прогонової будови моста (результати досліджень)

Table 5 – Efforts in the cables of the span structure of the bridge (research results)

№ ванта	Зусилля у ванті (за провисаннями), тс (вимірювання)	Зусилля у ванті (за власними коливаннями), тс (вимірювання)	Зусилля у ванті згідно проекту, тс
1 в	79	112	370
1 н	66	95	370
2 в	28	30	300
2 н	24	25	300
3 в	8	10	194
3 н	7	12	194
4 в	20	26	191
4 н	19	30	191
5 в	27	29	321
5 н	24	26	321
6 в	69	91	360
6 н	68	92	360
7 в	60	83	360
7 н	58	72	360
8 в	37	35	321
8 н	23	25	321
9 в	18	27	191
9 н	18	19	191
10 в	9	-	194
10 н	8	11	194
11 в	38	43	300
11 н	29	28	300
12 в	56	82	370
12 н	61	89	370

Висновки. Порівняльний аналіз поздовжніх зусиль у вантах вантового моста через гавань р.Дніпро в м.Києві по об'єкту: «Будівництво Подільського мостового переходу через р. Дніпро у м. Києві» показав, що величини зусиль при збільшенні величини підйому прогонової будови зменшуються.

Згідно результатів досліджень поздовжні зусилля у довгих вантах (1, 6, 7, 12) вираховані за значеннями частот власних коливань є на 22 – 33 тс більшими ніж поздовжні зусилля вираховані за провисаннями, що пояснюється можливою неточністю емпіричної формули (1) при відносно низьких значеннях поздовжніх зусиль у вантах.

Значення поздовжніх зусиль у вантах вантового моста через гавань р. Дніпро в м. Києві вираховані за їх провисаннями відповідають значенням вказаних в проєктній документації для їх демонтажу.

Перелік посилань

1. Лучко Й.Й., Коваль П.М., Корнієв М.М. і ін. Мости: Конструкції та надійність / За редакцією. В.В. Панасюка і Й.Й.Лучка, –Львів: Каменяр, –2005. – 989с.
2. М.М. Корнеев. Стальные мосты. Теоретическое и практическое пособие по проектированию мостов. Киев: Академпрес, 2010. Т. 1. ISBN 978- 966-7541-11-8.
3. Проєкт виконання робіт (ПВР) з монтажу канатів вант і опускання балки жорсткості вантового мосту через ріку Дніпро (Розрахунковий розділ). Настанова Зміна 1. 301 АМ-20/1-СП-1 С10-ПВР-РПЗ ЗМ1. До робочих креслень мостових споруд в Запоріжжі. ТОВ «Київстройпроект». 2021 р.
4. Технічний звіт «Послуги із визначення зусиль в вантах вантового моста через гавань р.Дніпро в м. Києві по об'єкту: «Будівництво Подільського мостового переходу через р. Дніпро у м. Києві». ТОВ «Діагностика та інжиніринг мостів». Київ 2020 р. 28 с.
5. Технічний звіт «Послуги із визначення зусиль в канатах аркового мосту через р. Дніпро в м. Києві по об'єкту: «Будівництво Подільського мостового переходу через р. Дніпро у м. Києві» ТОВ «Діагностика та інжиніринг мостів». Київ 2021 р. 63 с.
6. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування. Зі Зміною № 1– Доступ з інтернету. –https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=58106.
7. РВ.2.3-218-00018112-521:2006 рекомендації з динамічних випробувань мостів та шляхопроводів. Київ 2006. ДерждорНДІ. 27 с.
8. Посібник до ДБН В.2.3-6:2009 «Споруди транспорту, мости та труби. Обстеження і випробовування» Київ -2010. ДерждорНДІ. 204 с.

Artur Onyshchenko, Pavlo Stashuk, Nataliia Chyzenko, Oleg Mazurenko, EXPERIENCE IN MEASURING EFFORT IN ROPE ELEMENTS OF CABLE BRIDGES

Artur Onyshchenko, Doctor of Technical Science, Professor, Head of bridges, tunnels and hydraulic structures Department, National Transportation University Kyiv, Ukraine, e-mail: onyshchenko.a.m.ntu@gmail.com, +380687771899, <https://orcid.org/0000-0002-1040-4530>.

Pavlo Stashuk, PhD (Candidate of Technical Science), Associate Professor of bridges, tunnels and hydraulic structures Department National Transportation University Kyiv, Ukraine, e-mail: pavlo.stashuk@gmail.com, тел.+380504494962, <https://orcid.org/0000-0001-5221-7015>.

Nataliia Chyzenko, PhD (Candidate of Technical Science), Associate Professor of bridges, tunnels and hydraulic structures Department National Transportation University Kyiv, Ukraine, e-mail: chyzenko_np@ukr.net, +380507355080, <https://orcid.org/0000-0002-9152-2474>.

Oleg Mazurenko, graduate student of the Department of Bridges, Tunnels and Hydraulic Engineering, National Transport University, Kyiv, Ukraine e-mail: Olegvld@ukr.net, tel. +380977354226, <https://orcid.org/0000-0002-2619-382x>.

Summary. The work is devoted to the issue of carrying out technical diagnostics of determining the forces in the cables of the cable-stayed bridge across the harbor of the Dnipro River in the city of Kyiv on the object: "Construction of the Podilsk bridge crossing over the Dnipro River in the city of Kyiv" at the final stages of jacking up the span structure of the bridge. As is known, the general methodology of technical

diagnostics is based on conducting static or dynamic tests. Tests are conducted to determine the nature and magnitude of loads on the bridge structure, to determine the actual stress level in the elements. Moreover, sometimes some types of tests are carried out not only on bridges whose construction is finished, but also on structures during their construction. One of these types of tests is the tests performed to determine the amount of load in cable elements of cable-stayed bridges. Currently, one of these types of tests is the tests performed to determine the amount of load in cable elements of cable-stayed bridges. At present, the acceptable methods for determining the forces in the rope elements of cable-stayed bridges are: installation of electronic dynamometers in the places of anchoring of the ropes to measure the load, geodetic measurements of the sagging of the cable-stayed ropes, determination of the frequency of self-oscillations of the cable-stayed ropes, etc. The paper presents the results of the tests of measuring the forces in the cables of the span structure due to their own weight by exciting mechanical oscillations in them and determining the frequencies of the natural oscillations, and measuring the slack of the cables (arrows of the slack) by laser 3-D scanning of the cables.

Keywords: effort, rope elements, cable-stayed bridge, load, span structure.

References

1. Luchko Y.Y., Koval P.M., Korniev M.M. etc. Bridges: Structures and reliability / Edited. V.V. Panasyuka and Y.Y. Luchka, Lviv: Kamenyar, 2005. - 989 p. [in Ukrainian].
2. M.M. Korneev. Steel bridges. Theoretical and practical guide to bridge design. Kyiv: Akadempres, 2010. Volume 1. ISBN 978-966-7541-11-8. [in Ukrainian].
3. Project of execution of works (PVR) on the installation of cable-stayed cables and the lowering of the stiffening beam of the cable-stayed bridge across the Dnipro River (Calculation section). Instruction Change 1. 301 AM-20/1-SP-1 C10-PVR-RPZ ZM1. To the working drawings of bridge structures in Zaporizhzhia. "Kyivstroyproekt" LLC. 2021. [in Ukrainian].
4. Technical report "Services for determining the forces in the cables of the cable-stayed bridge across the harbor of the Dnipro river in the city of Kyiv on the object: "Construction of the Podilsk bridge over the Dnipro river in the city of Kyiv". "Bridge Diagnostics and Engineering" LLC. Kyiv 2020. 28 p. [in Ukrainian].
5. Technical report "Services for determination of forces in the ropes of the arched bridge across the Dnipro River in Kyiv on the object: "Construction of the Podilsky bridge over the Dnipro River in Kyiv" Ltd. "Bridge Diagnostics and Engineering". Kyiv 2021. 63 p. [in Ukrainian].
6. DBN V.2.6-198:2014 Steel structures. Design standards. With Change No. 1 – Access from the Internet. –https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=58106. [in Ukrainian].
7. RV.2.3-218-00018112-521:2006 recommendations on dynamic tests of bridges and overpasses. Kyiv 2006. Derzhdor NDI. 27 p. [in Ukrainian].
8. Guide to DBN V.2.3-6:2009 "Transport structures, bridges and pipes. Examination and testing" Kyiv - 2010. Derzhdor NDI. 204 p. [in Ukrainian].

УДК 502.171:556(282.247.32)
UDC 502.171:556(282.247.32)

DOI:10.33744/0365-8171-2023-114.2-197-207

ОРГАНІЧНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО - ЗАПОРУКА РЕВІТАЛІЗАЦІЇ
БАСЕЙНІВ РІЧОК

ORGANIC FARMING - THE KEY TO RIVER BASIN REVITALIZATION



*Шара Світлана Юріївна, аспірант, Національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»,
e-mail: sv.shara12@gmail.com*

<https://orcid.org/0000-0002-6669-6667>

Анотація. В статті визначено один з головних елементів оздоровлення басейну Дніпра за рахунок припинення внесення гербіцидів, пестицидів та мінеральних добрив, недопущення монокультури кукурудзи, соняшнику, ріпаку, сої та розширення площ органічного землеробства, консервації орних земель і розширення площ природних кормових угідь, лісів та лучно-болотних комплексів і природних систем.

Досліджено, що державна регуляторна політика і нормативи природокористування повинні сприяти сільськогосподарським підприємствам, що впроваджують і ведуть органічне землеробство.

В роботі також визначено основні аспекти і чинники, які характеризують економічне середовище і оточення, економічні переваги застосування екологічної органічної ренти (монопольної), особливого бізнес-середовища щодо формування цін на органічну продукцію та впровадження екологічного маркетингу.

Дослідження умов екологічно-сталого господарювання в сільському господарстві визначили головну ланку - необхідність ведення органічного землеробства зі значним потенціалом водо-аккумуляції і підвищення природної родючості оздоровлених земель. Особливо важливим аспектом виступає цінова складова, в основу якої покладено унікально створену монопольну ренту органічного землеробства та особливий попит і не еластична пропозиція. Указане необхідно враховувати в системі стратегічного управління, програмного розвитку екологічних відносин і оздоровлення (ревіталізації) земель басейну річки Дніпра.

Система формування здорового середовища в басейні Дніпра, на землях підприємств, що ведуть органічне землеробство, повинна враховувати середовище діяльності, взаємодію багатьох чинників щодо еколого-економічних цілей, обмежень і програм розвитку.

У статті подано розроблену структурно-логічну схему стратегічного розвитку органічного землеробства на землях басейну Дніпра. Указане, сприяючи розширенню просторового базису

органічного землеробства при формуванні державного стратегічного басейнового управління з метою оздоровлення басейну Дніпра, забезпечує сталий розвиток і ревіталізацію водних ресурсів.

Ключові слова: басейн річки Дніпро, органічне землеробство, екологічна монопольна рента, сталий розвиток, стратегічне управління, екологічний маркетинг, ревіталізація.

Вступ

Стан водних угідь і земель басейну річки Дніпро особливо погіршують сільськогосподарські товаровиробники, які пропашними культурами зневоднюють території, розорюють природні кормові угіддя, надвисокими дозами міндобрих, гербіцидів і пестицидів знищують органічні гумусні ґрунтові комплекси, знижують вологоємність ґрунту, формують не тільки ґрунтотоксикоз а і водо-токсикоз поверхневих, ґрунтових і підґрунтових вод.

В Україні у земельних відносинах переважає власний приватний інтерес, як орендодавців так і орендарів [16].

Товаровиробники прагнуть отримати максимальну економічну вигоду з використанням широкого спектру хімічних речовин. Погіршується не тільки природна родючість земель а також ігноруються вимоги екологічної безпеки, охорони навколишнього природного середовища і сталого розвитку територій, водних ресурсів, аквакультури [15].

В країнах світу за останні 20 років спостерігається екологічна революція, а країни Європи формують інституціональні інвайронментальні економічні системи, проводять переоцінку екологічних цінностей та екологічний маркетинг, підвищують екологічну культуру населення і етику поведінки, сприяють попиту на екологічно чисті продукти харчування. Указане змінює орієнтири агровиробництва до систем органічного землеробства, оздоровлення ґрунтів та відмови від застосування штучних хімічних речовин в землеробстві. Світовий досвід ревіталізації басейнів річок доказав, що багатогранна еколого-економічна регуляторна політика держави базуючись на вимогах інвайроментальної економічної системи повинна стимулювати органічне землеробство.

Але органічне землеробство в Україні діє під тиском зовнішніх і внутрішніх негативних впливів, що визначають необхідність прийняття регуляторних управлінських рішень, що формують переваги розвитку сталого органічного землеробства.

Виклад основного матеріалу

Аналіз наукових досліджень і публікацій указують на невелику кількість досліджень, щодо необхідності переходу агровиробництв на органічні засади і підкреслюють негативний вплив сучасного традиційного інтенсивного землеробства на землі України і водне природне середовище.

В Україні вивченням органічних аспектів землеробства займалися вчені: С.Антонець, М.Опара, Г.Шарий, А.Сохнич, О.Ульянченко, а особливостями управління в сфері землекористувань: А.Третяк, Д.Добряк, О.Попов, В.Тимошевський, Л.Новаковський, В.Губенко, О. Дребот, А.Юрченко, М.Шикула, В.Писаренко [1-4]. Ряд вчених указують на позитивний досвід ревіталізації ріки Рейн, адже ріка перетворилась на окрасу Європи. Особливо унікальна ревіталізація територій проведена у місті Ессен і приміських зонах. Технологічні рішення країн Європи і Канади унікальні по відношенню до охорони вод і сільськогосподарських земель [9]. У Норвегії в річках можна пити воду, тому що нормативи з боку держави використання гербіцидів, пестицидів і мінеральних добрив, як і у Німеччині дуже жорсткі [7,9]. Вчені визначають умови ревіталізації сільськогосподарських земель, так Я.В.Геник визначив технологічну класифікацію порушених земель і умови їх ревіталізації [5].

Макроекологічне стратегічне управління і державне регулювання в сфері екологічних систем також розглядаються багатьма вченими, так вчені Добрянський Л.О., Жарова Л.В., Хлобистов Є.В., вивчають стратегічний потенціал екологічної безпеки [12].

Але, не зважаючи на численні дослідження і наукові публікації, проблеми ревіталізації басейну Дніпра, земель і вод, за рахунок впровадження органічного землеробства досліджено недостатньо.

Можна констатувати, що повсюдна розораність, відсутність, як органічного так і точного землеробства на більшості земель визначає загальну сільськогосподарську діяльність в басейні Дніпра, поряд з кліматичними змінами, маловоддям, забрудненням вод побутовими і промисловими відходами, найбільшими негативними екстерналіями, що погіршують якість вод і екологічний стан водойм найбільше. Але у суспільстві екологічні пріоритети України, ще не стали пріоритетами, так еколог В.Борейко, відмічає, що проект закону про обмеження використання деяких отрутохімікатів в сільському господарстві аграрний комітет Верховної ради навіть не взяв до розгляду. О.Крайнюков звертає також увагу на необхідність комплексної оцінки об'єктів басейну ріки, та підкреслює, що кількість сполук хімічних речовин, а особливо сполук азоту і фосфору та важких металів, що скидаються у Дніпро і притоки перевищує 6 тис.тон на рік [11].

Метою даної статті є визначити значимість та шляхи впровадження органічного землеробства в системі заходів стратегічного оздоровлення басейну Дніпра та водосховищ.

Національна програма екологічного оздоровлення басейну Дніпра та поліпшення якості питної води не тільки не виконана, а була повністю провалена [13], як і Загальнодержавна цільова програма розвитку водного господарства, та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 року [14]. Держава звертає увагу виключно на гідротехнічні споруди і енергетичні системи та гідроелектростанції підтримуючи діючий стан, залишаючи поза увагою екологічні проблеми водосховищ, басейнові системи, рибництво і соціально-економічні проблеми життя людей. У поверхневих водах басейну Дніпра виявлено 161 забруднювач, а за останні 15 років в басейні Дніпра реконструйовано лише 3 очисні системи із 132 головних діючих.

Тому в Україні необхідно стратегічно змінити системні підходи і шляхи вирішення екологічних проблем. Одним із таких позитивних чинників впливу є органічне сільськогосподарське виробництво, а особливо землеробство.

Під органічним виробництвом, на мій погляд необхідно розуміти систему ревіталізації земель та господарювання при повній відмові від використання хімічних речовин не природного походження і ГМО, за рахунок врахування природних екологічних чинників і закономірностей вирощування продукції рільництва, що дозволяє оздоровляти не тільки землі сільськогосподарського призначення, а повертати до життя лучно-болотні угіддя, басейни річок, лісові масиви, урбанізовані території суттєво підвищуючи їх екологічно-ландшафтний потенціал і суспільну геополітичну цінність.

Так як у басейні річки Дніпро сільськогосподарських земель до 70%, їх екологічний стан впливає на екологію найбільше.

Інституціонально органічне землеробство повинно визначатись як система господарювання що націлена не лише на ефективне використання земель, а переважно на раціональне (розумне) використання з метою відновлення і збереження природної родючості, природно-ресурсного (включаючи водний) потенціалу, оздоровлення земель, недопущення ґрунтовтоми та ґрунтотоксикозу.

Ведення органічного землеробства вимагає стратегічного управління, як державного і органів місцевого самоврядування, та розумної внутрівиробничої організації, яка враховує природно-ресурсні, кліматичні, біологічні чинники біорізноманіття, протидіючи ентропії тобто поверненню природних систем в стан природного хаосу, формуючи систему сталого розвитку територій і здоров'я тваринного світу та аквакультури.

Аналіз діяльності конкретних сільськогосподарських підприємств показує, що система органічного землеробства попадає під більш високий зовнішній тиск з боку власників паїв, орендодавців і споживачів продуктів харчування, коли одні отримують безоплатне невіддільне докорінне поліпшення своєї власності - якісних характеристик земельних ділянок, а інші мають право вибору між традиційними продуктами (дешевими) і органічними (дорогими) при низькій купівельній спроможності.

Усвідомлюючи отримані невіддільні поліпшення і переваги частина орендодавців бажають розірвати орендні відносини з виробником органічної продукції і самостійно споживати надвисоку природну родючість оздоровлених земель. Потенційні орендарі традиційного землеробства пропонують останнім великі кошти, особливо в тіншовому форматі, тільки щоб отримати оздоровлені родючі чорноземи, та споживати природну родючість з метою власної економічної вигоди.

Цілі оздоровлення земель, а особливо басейну річки Дніпро вимагають зміни державних регуляторних норм і системи оподаткування, стимулювання і орендних відносин, системи санкцій та стимулів і т.д. [13-14].

Для оздоровлення басейну Дніпра, необхідно щоб сільгосппідприємства органічного виробництва підпадали під політику захисту, стимулів і протекціонізму держави, яка повинна напрацювати інституції в рамках сприяння і підтримки інституту органічного землеробства, в свою чергу тиснути санкціями на традиційних товаровиробників скорочує обсяги хімізації земель.

Сьогодні навпаки, в Україні товаровиробники органічної продукції організовують діяльність в умовах системної лібералізації екологічно-безпекових норм земельного, екологічного і водного законодавства, діє тіншовий обіг земель, а просторовий базис сільгосппідприємств постійно змінюється і це просто унеможливило ведення органічного землеробства.

Державні контрольні функції в сфері охорони ґрунтів і поверхневих вод не дієві, відсутні регуляторні механізми з боку громад і держави, щодо загальної охорони земель і ґрунтів, збереження природної родючості, якісних і водних характеристик ґрунтів, в тим числі і в басейні річки Дніпро.

Вологоємність ґрунтів при веденні органічного землеробства, за рахунок приросту органічних решток і біоти в родючому шарі ґрунту зростає в рази, а 1 гр. гумусу утримує 320 гр. продуктивної вологи. Це унікальний для природи показник водоаккумуляції природним едафотопом.

П'ятдесятирічний досвід роботи академіка, героя України Семена Антонця, вказує, що на 9 тис.га земель НВП «Агроєкології» в Полтавській області попри відсутність державних механізмів підтримки забезпечено ріст родючості ґрунтів, покращення якісних і кількісних характеристик біокосної системи ґрунту [1].

Але С. Антонєць впроваджував і вів органічне землеробство спираючись на дуже жорсткі принципи:

- недопущення використання сторонніх хімічних речовин і мінеральних добрив у ґрунт (крім органічних добрив само виробництва, поживних решток і рослин сидератів);
- недопущення генно-модифікованих організмів.

В інституціонально визначеному ЄС і Україною органічному сертифікованому ековиробництві (регламент ЄС №889/2008) допускається використання декількох сотень хімічних речовин (наприклад, сульфат міді), що аж надто лібералізує органічне виробництво [3].

Підприємство істинно органічного агровиробництва НВП «Агроекологія» з 1978 року в існуючих і збережених до 2023 року межах (9 тис.га), взагалі відновилося від застосування будь-яких хімічних речовин і втратило прибутків (втрачена вигода) більше 1 млрд.грн. [4], але забезпечило не тільки докорінне оздоровлення ґрунтів, а і відновлення вмісту гумусу на 0.53% в ґрунтах що використовує підприємство.

Але за відсутності регуляторної політики, власники паїв, на яких відновлено, і підвищено природну родючість земель, розривають договірні відносини з НВП «Агроекологія» і передають паї у користування фермерам, споживаючи відновлену родючість земель та отримуючи надприбутки. В результаті підприємство за останні 10 років на 14.3% зменшило площі земель, оздоровлених і задіяних в органічному землеробстві.

Економічний інтерес, що переріс в економічний опортунізм власників земельних (паїв), є одним із зовнішніх негативних факторів середовища, в якому функціонують підприємства органічного землеробства в Україні.

Підвищені ціни на органічну продукцію формують органічну монопольну ренту, яка споживається сільгоспвиробником. Екологічна органічна рента-це різновид монопольної ренти, що формується на унікально оздоровчих землях, придатних по своїм характеристиках до ведення органічного виробництва. Ведення органічного землеробства на землях НВП «Агроекологія» сформувало на землях господарства за 50 останніх років монопольну ренту - екологічну ренту органічного виробництва [16].

Унікально оздоровлений ґрунт спроможній високою природною родючістю продукувати високо-цінну органічну продукцію, екологічно-чисту і яка користується попитом споживачів на світових ринках по монопольно-високим цінам, та вимагає набагато менше операційних виробничих затрат ніж традиційне.

Зовнішнє економічне середовище в Україні в умовах війни, ще погіршилося, але стійкість органічного виробництва виявилась вищою за традиційне, тому що воно характеризується рентними відносинами, які залежать від цін на органічну продукцію, і від продуктивності земель, що включені до органічного виробництва, а не тільки купівельної спроможності громадян. Але в останні роки в басейні річки Дніпро особливо інтенсивно проходять процеси зневоднення орних земель, річкових долин, маловоддя малих річок, в результаті розорювання природних кормових угідь, заплав річок, водоохоронних зон, переходу від травопільних до виключно пропашних культур і високоінтенсивних сівозмін з надвисоким рівнем хімізації землеробства.

Негативний вплив оранки особливо відчутно в локальних екосистемах малих річок і потічків, окремих біоценозах і масивах земель. Органічне землеробство вивчене і освоєне багатьма виробниками, і внутрішні ризики для нього не критичні, для нього найбільш складне і негативно впливає зовнішнє середовище. Адже крім правових і ринкових чинників організувати органічне землеробство, яке опирається виключно на існуючий і сформований потенціал природної родючості і задіює виключно механізми органічного впливу, враховуючи біокліматичні ентомологічні чинники, загрози і переваги шукаючи технологічні рішення, що балансують між економічною доцільністю, біопотенціалом культур і біоекономічною шкідливістю хвороб, шкідників, бур'янів, коли сусідні

масиви виробників традиційних низько технологічних систем землеробства є розсадниками карантинних бур'янів, хворобливих спор і бактерій, шкідників надто складно і майже неможливо, тому і потрібний регуляторний вплив держави [16].

Також негативно впливають на основи органічного землеробства сторонні забруднювачі: підприємства нафтодобувної і нафтопереробної промисловості, викиди ТЕЦ, транспорту, металургійного виробництва і гірництва та хімічної промисловості.

Отже, стратегічне управління держави і державна політика, щодо органічного землеробства повинна регулювати фактор зовнішнього оточення, забезпечувати еколого-безпечне середовище на рівні агроландшафту, району, регіону.

З одного боку, зниження указаних ризиків і формування екологічно-економічного безпечного середовища забезпечить окупність витрат і високу ефективність органічного землеробства, а з іншого тільки органічне землеробство має потенціал сформувати дійсно інвайроментальну систему оздоровлення і повноцінної екологічно-безпечної ревіталізації басейну Дніпра і водосховищ в яких екологічні ризики і негативні екстерналії та процеси ентропії концентруються найбільше.

Для товаровиробників органічної продукції навколишнє середовище і біокостна система ґрунту для забезпечення ведення органічного виробництва вимагають:

- збільшення виробничих трудозатрат для більшої кількості механічного обробітку ґрунту і посівів;
- онлайн-моніторинг стану рослин і тварин, яких постійно атакують шкідники і хвороби;
- недопущення переzapилення і генно-змішування генно-модифікованими культурами та труднощі з отриманням чистих від ГМО культур продуктів (коли сама ідея ідеально генетично-чистих культур проблемна, наприклад, у сучасних сортах пшениці є модифікований ген жита, що підвищує морозостійкість і стійкість проти шкідників і хвороб);
- трирічний термін неприбуткового рільництва, як перехідний період до органічного виробництва, що накладає трирічні витрати на майбутню собівартість органічної продукції без будь-яких пільг з боку держави та потенційних споживачів;
- зниження урожайності органічного рільництва порівняно з традиційним;
- проблеми збуту органічної продукції в зв'язку низькою купівельною спроможністю громадян та низькою культурою харчування;
- динамічний і нестійкий просторовий базис орендних площ сільгоспвиробників;
- низька товарність органічного виробництва порівняно з традиційним при використанні в сівозміні рослин-сидератів, багаторічних і однорічних трав, парів, зайнятих парів та перелогів, що складають в структурі до 40%.

В системі органічного виробництва прогнозованість, плановість, врахування ризиків, збалансованість чинників і факторів виробництва особливо біоприродних повинні бути на порядок вищі ніж при традиційному землеробстві де гербіцид чи пестицид виправить прорахунки агрономічного менеджменту [15].

Тому стратегічне управління органічним землеробством вимагає формування в країні інвайроментальної сфери суспільних цінностей і парадигм розвитку і господарювання на всіх рівнях, мікро-особа, мікро-фермер (товаровиробник), локальний – громада, макро-басейн річки Дніпро та державна політика.

Важливий чинник розповсюдження в Україні органічного землеробства, як світовий тренд і геополітична місія нашого народу, стане можливим тільки при нормальній купівельній спроможності населення, особливо пенсійного віку і екологічного маркетингу та державних стимулів здорового харчування дітей та мало захищених соціальних груп населення та дієвій регуляторній політиці держави, щодо оздоровлених ґрунтів і ревіталізації басейну річки Дніпра.

Визначаючи інституціонально стимулюючі норми ведення органічного землеробства, необхідно інституціонально визначити і нормативи санкцій за знищення природно-ресурсного потенціалу агроландшафтів, басейнів рік, поверхневих вод, що використовують виробники традиційного виробництва.

Рішення, як законодавців так і влади, щодо органічного землеробства повинні не тільки задіювати організаційно-правові, організаційно-економічні, організаційно-землевпорядчі та агротехнічні механізми, а включати соціальновідповідальну складову, щодо здоров'я населення, чистоти і якісних характеристик поверхневих вод, рослинного і тваринного світу.

Правові та економічні механізми санкцій повинні включати відповідальність орендодавців і землекористувачів, що відмовляються від органічного землеробства на оздоровлених і екологічно чистих землях. За знищення стійких невіддільних поліпшень необхідно сплатити в бюджет відшкодування щодо втрати органічного землеробства, та штрафні санкції, щодо внесення токсичних речовин, попередньо ввівши загально Європейські нормативи, щодо обмеження хімізації земель і сільського господарства.

Стратегічне управління ревіталізації басейну річки Дніпро вимагають розумних раціональних землевпорядних механізмів і введення зобов'язальних землевпорядних нормативів землекористування прямої дії і в законі «Про землеустрій», а не носити декларативно-лозунговий характер, як це є нині.

Обов'язковою нормою існування землекористувань, повинні бути проекти землеустрою, контурно-міліоративні за умови запроектованих і освоєних еколого-збалансованих сівозмін та пасовище змін що формують бездефіцитний баланс поживних речовин і гумусу в родючому ґрунті, і виконують вологоакумуючі функції націлені на самовідновлення родючості, і підвищення продуктивності земель, включаючи самонасичення біотопа і біокостної системи ґрунту живими організмами, органічними речовинами і їх рештками.

На основі отриманих результатів наукових досліджень сформовано структурно-логічну схему (модель) державного стратегічного регулювання з метою формування саморегулюючої системи басейну Дніпра (рис.1).

Структурно-логічна схема (модель) визначає, що державне стратегічне управління оздоровлення басейну Дніпра і водосховищ повинно охоплювати і враховувати стан базових компонентів «земля», «вода» та чинники і технологічні особливості виробничих систем і комплексів у межах басейну [9,10].

У структурно-логічній схемі в існуючій системі природних ресурсів та вод басейну Дніпра органічне сільськогосподарське виробництво займає лише 1 відсоток і воно не охоплене заповідною охороною з боку держави (крім тих полів, що входять в межі природних екосистем та перебувають під охороною держави (рис.1).

Природні біосферні заповідники і заказники охоплюють лише 5% територій басейну Дніпра.

Для початку оздоровлення і ревіталізації басейну річки Дніпро та власної реконструкція водосховищ і повернення до життя мілководних територій водосховищ, територій «грінфілд» і

«браундфілд», підтоплених територій необхідно вийти в структурі угідь і охоронних територій, природних комплексів на пропорції визначені в країнах Євросоюзу [6,7,8].

В Україні особливо різкий позитивний якісний стрибок можна отримати збільшивши площі земель органічного землеробства до 20% сільськогосподарських земель в басейні річки Дніпро.

Переваги органічного землеробства мають вагому соціальну значимість:

- органічні продукти не містять сторонніх хімічних речовин і сполук, вони безпечні і здорові для життя, особливо дітей;
- кращі смакові характеристики, органічних продуктів;
- оздоровлюється генофонд природних елементів;
- різко поліпшується здоров'я людей, зростає середній вік і репродуктивні демографічні показники.

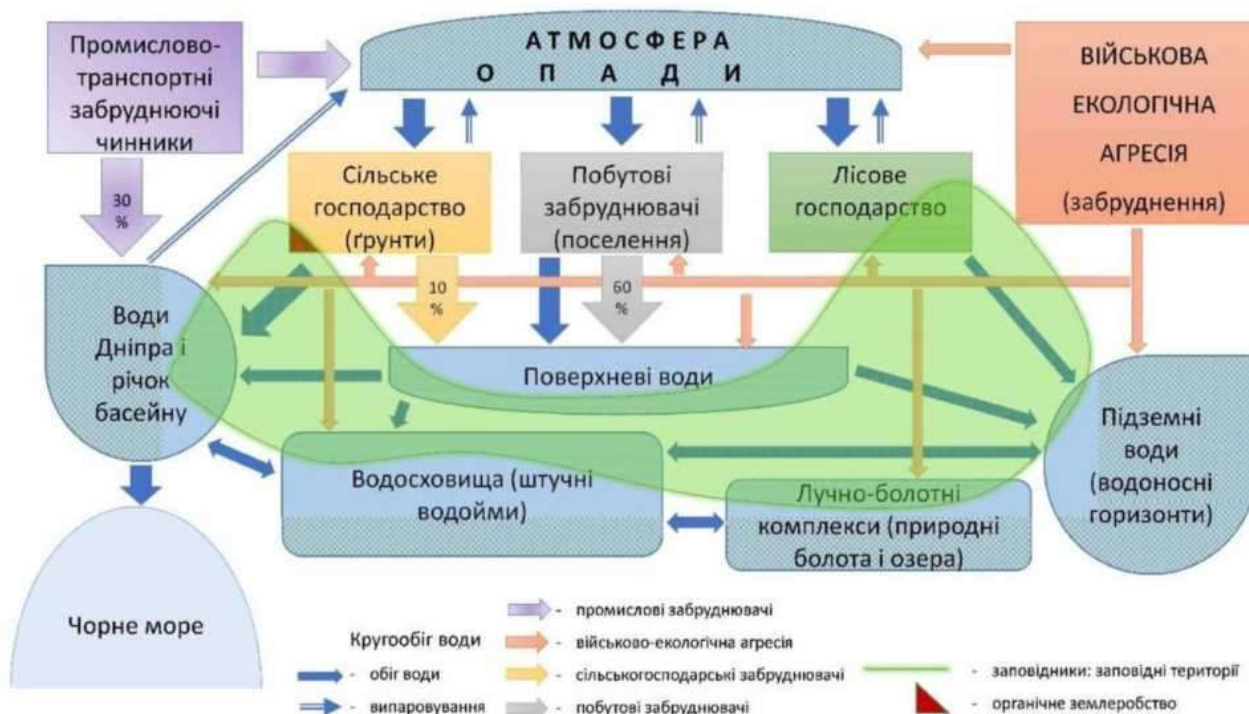


Рисунок 1 – Структурно-логічна схема існуючої системи природних ресурсів та вод басейну Дніпра (розробка автора)

Figure 1 – Structural and logical diagram of the existing system of natural resources and waters of the Dnipro basin (developed by the author)

Висновок. Формування в Україні інвайроментальної економічної системи сприятиме розвитку систем органічного екологічно-чистого сільськогосподарського виробництва, які в свою чергу формують базис ревіталізації басейну Дніпра.

Сільськогосподарські товаровиробники мають високий потенціал для створення монопольно високої екологічної ренти органічного виробництва, що забезпечить оздоровлення земель і води басейну Дніпра, суттєво поліпшить екологічний стан водосховищ, якість питної води і здоров'я людей, але вимагають підтримуючої стимулюючої політики держави.

Державне стратегічне управління, через стимулювання органічного землеробства за рахунок дієвих еколого-економічних і правових інститутів та інституцій сприятиме створенню раціональної системи сталого просторового розвитку в основі якого стоїть органічне землеробство.

В умовах війни органічне виробництво виявилось більш стійким ніж традиційне, так українські виробники у 2022 році збільшили експорт органічної продукції в Європу на 13%.

Оздоровлення басейну Дніпра програмна стратегічна перспектива розвитку України, ревіталізації не тільки наслідків військово-екологічної агресії, а повернення до життя річок, потічків, лучно-болотних комплексів, ґрунтів, підґрунтових вод озер і водосховищ лісів і земель особливо цінних, світу, Українських чорноземів.

Перелік посилань

1. Шикуча М.К., Антоненко С.С., Андрієнко В.О., (1998). Відтворення ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві. 678 с.
2. Антоненко С.С., Антоненко А.С., Писаренко В.М. (2010). Органічне землеробство: з досвіду ПП «Агроєкологія» Шишацького району Полтавської області: практ. рекомендації. С. 195-196.
3. Закон України «Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції» № 2496-VIII від 03.07.2019 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/Laws/show/2496-19#Text> (дата звернення: 11.11.2023).
4. Шарий Г.І., Тимошевський В.В., Фесак С.А. (2018). Агроєкологічні перспективи - не загубити надбане. Землевпорядний вісник. № 5. С. 25-29.
5. Генік Я.В., Діда А.П. Трансформації ґрунтового покриву на посттехногенних територіях Коломийського бурого-вугільного родовища. Науковий вісник НЛТУ України: Зб.наук.-техн.праць-Львів: РВВНЛТУ-2015. Вип.25.10. С.135-140.
6. Методика визначення рівнів токсичності поверхневих і зворотніх вод для контролю відповідності їх якості встановлення нормативним вимогам. Міністерство безпеки України. Київ, 2000. 28с.
7. Правила ведення моніторингу та оцінки якості води транскордонних річок. Схвалено комітетом СЕК-Гельсінки, 1996. 49с.
8. ДСТУ 4174-2003. Якість води. Київ Держспоживстандарт України, 2004.
9. Директива 2000 /60/ ЄС Європейського парламенту і Ради Європейського Союзу про встановлення рамок діяльності співтовариства в галузі водної політики, 22 жовтня 2000 року. OJL.327.22 December, 2000. С.1-73.
10. Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих відходів в Управління водними ресурсами за басейновим принципом». 04.10.2016р. №1641-VIII..
11. Крайнюков О.М. Сучасний екологічний стан водних об'єктів басейну річки Сіверський Донець. Людина та довкілля. Проблеми екології. № 3-4(24). С.71- 77. URL: <https://periodicals.karazin.ua/humanenvizion/article/view/5558> (дата звернення: 11.11.2023).

12. Добринська Л.О., Жарова Л.В., Хлобистов С.В., "Стратегічний потенціал екологічної безпеки: Технології екологічного зростання: (монографія) за наук.резиденцією проф.Хлобистова С.В.- Львів; Український бестселлер 2012284с.
13. Постанова В Р України від 27 лютого 1997 року №123/97-ВР. Національна програма екологічного оздоровлення басейну Дніпра та поліпшення якості питної води (Відомості ВР України, 1997, №41, с.279).
14. Загальнодержавна цільова програма розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021р. (Відомості ВР України, 2013, №17,с.146).
15. Шарий Г.І. Організація виробництва на підприємствах органічного землеробства / Г.І. Шарий, С.В. Нестеренко, В.В. Щепак // Аграрна економіка- 2021-т.14-№1-2-с.75-81.
16. Шарий Г.І. Охорона ґрунтів: екологічна рента, як стимул органічного землеробства. Економіка АПК 2019р. № 10, ст..26-33.

ORGANIC FARMING - THE KEY TO RIVER BASIN REVITALIZATION

Svitlana Shara, Postgraduate student, National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»,
e-mail: sv.shara12@gmail.com, +380508851444, <https://orcid.org/0000-0002-6669-6667>

Summary. The article identifies one of the main elements of the Dnipro River basin rehabilitation through the cessation of herbicides, pesticides and mineral fertilizers, prevention of corn, sunflower, rapeseed, soybeans monoculture and organic farming expansion, arable land conservation and natural fodder lands, forests and meadow-marsh complexes and natural systems expansion.

It has been shown that the state regulatory policy and environmental management standards should facilitate agricultural enterprises that implement and conduct organic farming.

The paper also identifies the main aspects and factors that characterize the economic environment, the economic benefits of using ecological organic rent (monopoly), a special business environment for the formation of prices for organic products and the introduction of environmental marketing.

Studies of the conditions for environmentally sustainable management in agriculture have identified the main link - the need for organic farming with a significant potential for water accumulation and increasing the natural fertility of rehabilitated land. A particularly important aspect is the price component, which is based on the uniquely created monopoly rent of organic farming and the special demand and inelastic supply. The above should be taken into account in the system of strategic management, program development of environmental relations and rehabilitation (revitalization) of the lands of the Dnipro river basin.

The system of forming a healthy environment in the Dnipro basin, on the lands of enterprises engaged in organic farming, should take into account the environment of activity, the interaction of many factors with regard to ecological and economic goals, restrictions and development programs.

The article presents the developed structural and logical scheme of strategic development of organic farming on the lands of the Dnipro basin. The above, by contributing to the expansion of the spatial basis of organic farming in the formation of the State strategic basin management with the aim of improving the Dnipro basin, ensures sustainable development and revitalization of water resources.

Key words: Dnipro River basin, organic farming, environmental monopoly rent, sustainable development, strategic management, environmental marketing, revitalization.

References

1. Shykula M.K., Antonets' S.S., Andriyenko V.O., (1998). Vidtvorennya gruntiv u gruntozakhysnomu zemlerobstvi. 678 s. [in Ukrainian].
2. Antonets' S.S., Antonets' A.S., Pysarenko V.M. (2010). Orhanichne zemle-robstvo: z dosvidu PP «Ahroekolohiya» Shyshats'koho rayonu Poltavs'koyi oblasti: prakt. rekomendatsiyi. S. 195-196.
3. Zakon Ukrayiny «Pro osnovni pryntsypy ta vymohy do orhanichnoho vyrobnytstva, obihu ta markuvannya orhanichnoyi produktsiyi» № 2496-VIII vid 03.07.2019 r. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/Laws/show/2496-19#Text> (Last accessed: 11.11.2023).
4. Sharyy H.I., Tymoshevs'kyy V.V., Fesak S.A. (2018). Ahroekolohichni perspektyvy - ne zahubyty nadbane. Zemlevporyadnyy visnyk. № 5. S. 25-29.
5. Henyk YA.V., Dyda A.P. Transformatsiyi hruntovoho pokryvu na posttekhnohennykh terytoriyakh Kolomyys'koho buro-vuhil'noho rodovyshcha. Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny: Zb.nauk.-tekhn.prats'-L'viv: RVVNLTU-2015. Vyp.25.10. S.135-140.
6. Metodyka vyznachennya rivniv toksychnosti poverkhnevyykh i zvorotnikh vod dlya kontrolyu vidpovidnosti yikh yakosti vstanovlennya normatyvnym vymoham. Ministerstvo bezpeky Ukrayiny. Kyiv, 2000. 28s.
7. Pravyla vedennya monitorynhu ta otsinky yakosti vody transkordonnykh ri-chok. Skhvaleno komitetom YEEK-Hel'sinky, 1996. 49s.
8. DSTU 4174-2003. Yakist' vody. Kyiv Derzhspozhyvstandart Ukrayiny, 2004.
9. Dyrektyva 2000 /60/ YES Yevropeys'koho parlamentu i Rady Yevropeys'koho Soyuzu pro vstanovlennya ramok diyal'nosti spivtovarystva v haluzi vodnoyi polityky, 22 zhovtnya 2000 roku. OJL.327.22 December, 2000. S.1-73.
10. Zakon Ukrayiny «Pro vnesennya zmin do deyakykh zakonodavchykh aktiv Ukrayiny shchodo vprovadzhennya intehrovanykh vidkhodiv v Upravlinnya vodnymiy resursamy za baseynovym pryntsypom». 04.10.2016r. №1641-VIII..
11. Kraynyukov O.M. Suchasnyy ekolohichnyy stan vodnykh ob'yektiv baseynu richky Sivers'kyy Donets'. Lyudyna ta dovkillya. Problemy ekolohiyi. № 3-4(24). S.71- 77. URL: <https://periodicals.karazin.ua/humanenvizon/article/view/5558> (Last accessed: 11.11.2023).
12. Dobryns'ka L.O., Zharova L.V., Khlobystov YE.V., "Stratehichnyy potentsial ekolohichnoyi bezpeky: Tekhnolohiyi ekolohichnoho zrostannya: (monohrafiya) za nauk.rezydentsiyeyu prof..Khlobystova YE.V.- L'viv; Ukrayins'kyy best-seller 2012284s.
13. Postanova V R Ukrayiny vid 27 lyutoho 1997 roku №123/97-VR. Natsional'na prohrama ekolohichnoho ozdorovlennya baseynu Dnipra ta polipshennya yakosti pytnoyi vody (Vidomosti VR Ukrayiny, 1997, №41, s.279).
14. Zahal'nodержавna tsil'ova prohrama rozvytku vodnoho hospodarstva ta ekolohichnoho ozdorovlennya baseynu richky Dnipro na period do 2021r. (Vidomosti VR Ukrayiny, 2013, №17,s.146).
15. Sharyy H.I. Orhanizatsiya vyrobnytstva na pidpryyemstvakh orhanichnoho zemlerobstva / H.I. Sharyy, S.V. Nesterenko, V.V. Shchepak // Ahrarna ekonomika- 2021-t.14-№1-2-s.75-81.
16. Sharyy H.I. Okhorona hruntiv: ekolohichna renta, yak stymul orhanichnoho zemlerobstva. Ekonomika APK 2019r. № 10, st.26-33.

**ЗАСТОСУВАННЯ ХАОТИЧНОГО СУПЕРРЕГЕНЕРАТОРА В ЗАДАЧАХ МОНІТОРИНГА
(Частина 1)**

USE CHAOTIC SUPERREGENERATOR IN PROBLEM OF THE MONITORING (PART 1)



Артеменко Владислав Андрійович, UT5UDJ, магістр екології, науковий співробітник відділу гідрохімії, Український гідрометеорологічний інститут Державної служби України з надзвичайних ситуацій та Національної академії наук України, м. Київ, Україна, e-mail: artemenko@uhmi.org.ua

<https://orcid.org/0000-0003-0536-5415>



Петрович Володимир Васильович, кандидат технічних наук, професор, старший науковий співробітник, професор кафедри транспортного будівництва та управління майном, Національний транспортний університет, м. Київ, Україна e-mail: petrovichvv60@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0003-0422-2535>

Анотація. Вперше розглянуто новий вид суперрегенерації – хаотичну суперрегенерацію.

Пропонується у якості одного із автогенераторних методів моніторингу використовувати хаотичні суперрегенератори.

Запропонований хаотичний суперрегенератор побудований на базі хаотичного автогенератора, що працює в режимі переривчастих коливань.

На основі системи звичайних диференціальних рівнянь складена математична модель хаотичного суперрегенератора.

Розроблене відповідне програмне забезпечення для дослідження поведінки моделі хаотичного суперрегенератора на мовах програмування MATLAB, FORTRAN та PASCAL. Особливо зазначено, що модель суперрегенератора повинна значно підсилювати слабкий сигнал, який приймається.

У цьому зв'язку вперше була продемонстрована можливість підсилення слабого вхідного сигналу за допомогою хаотичного суперрегенератора.

Розглянута одна із можливих реалізацій хаотичного суперрегенератора із зовнішнім гасінням. Враховуючи на те, що статичні зображення не дозволяють адекватно аналізувати роботу суперрегенератора, а у ряді випадків навіть не дають змоги ідентифікувати наявність явища суперрегенерації взагалі, при моделюванні роботи різних типів суперрегенераторів запропоновано

використовувати анімацію. Із цією метою розроблене спеціальне програмне забезпечення на мовах FORTRAN та PASCAL, із використанням OPENGGL та GLUT.

Приведений фрагмент програми, яка моделює роботу хаотичного суперрегенератора на мові MATLAB.

Запропонована універсальна методика ідентифікації суперрегенеративного режиму, яка може бути використана при дослідженнях суперрегенераторів будь-яких типів.

Мета роботи. 1. Виконати дослідження явища хаотичної суперрегенерації, яке відкрите авторами статті, на прикладі роботи хаотичного суперрегенеративного приймача із зовнішнім гасінням.

2. Розробити програмне забезпечення для потреб досліджень різних типів суперрегенераторів із використанням анімації.

3. Запропонувати універсальну методику ідентифікації суперрегенеративного режиму для різних типів обладнання, що реалізують суперрегенеративний режим.

Ключові слова: хаотична суперрегенерація, хаотичний автогенератор, що працює у переривчастому режимі, хаотичний суперрегенератор із зовнішнім гасінням, анімація роботи моделі на основі OPENGGL та GLUT, універсальна методика ідентифікації суперрегенеративного режиму.

*Немає нічого більш могутнього, ніж ідея,
час якої прийшов*

В. Гюго

Вступ

Як відомо, існує багато методів оцінки стану природних об'єктів. При цьому особливу актуальність набувають безконтактні методи, які дозволяють проводити експрес-дослідження при мінімальному впливі на такі об'єкти. Ці методи переважно базуються на дії електромагнітного випромінювання достатньо слабкої інтенсивності, із приборною фіксацією відклику. При реалізації цих методів використовують, по-суті, синусоїдальний (монохроматичний) вплив на об'єкти, або, у іншому випадку, частота впливу змінюється з часом для фіксації даних відклику у певному спектрі частот.

Сигнал відклику може сприйматись як спеціальним окремим детектором, так і самим генератором. Якщо сигнал відклику у системі безпосередньо взаємодіє із генератором, маємо автогенераторний метод вимірювання [1].

Розробка принципово нових автогенераторних методів дослідження природних об'єктів являє собою актуальну практичну задачу.

Один із таких ефективних методів дослідження є використання у вимірювальних приладах суперрегенераторів (superregenerators).

Ще у 1922 році Е. Армстронг (Е. Armstrong) відкрив принцип суперрегенерації та розробив основи суперрегенеративного прийому [] *)

*) Про цього видатного вченого, його численні відкриття та трагічну долю можна знайти інформацію в ІНТЕРНЕТ'і, а також у невеликій статті в журналі "Радіоаматор" (Київ) за 1999 рік, №8, с.15.

Як свого часу писав сам Армстронг, суперрегенеративний приймач не є простим усуненням недоліків приймача регенеративного. Такий приймач володіє принципово новими якостями, головне із яких – значне число режимів його роботи. Завдяки можливості приймати сигнали із різними видами модуляції ця якість робить його унікальним серед радіоприймачів інших типів.

Свого часу широкі дослідження по проблемам суперрегенерації проводив у Київському політехнічному інституті (КПІ) М.К.Белкін.

Але із впевненістю можливо стверджувати, що більшість режимів роботи суперрегенераторів залишаються не дослідженими.

Відкриття детерміновано-хаотичних коливань у системах різної природи стало визначним науковим явищем другої половини ХХ-го сторіччя.

З'явилась концепція детермінованого хаосу.

Слід окремо зазначити, що прояви детермінованого хаосу у суперрегенераторі сам Армстронг описав ще у 1922 році.

Нині у багатьох лабораторіях проводять масштабні дослідження по створенню вимірювальних приладів на основі хаотичних генераторів. Такі генератори виробляють коливання із безперервним спектром у достатньо широкій смузі частот.

Деякі із схем суперрегенераторів та хаотичних генераторів конструкції *UT5UDJ* приведені в ІНТЕРНЕТ'і.

Авторами статті вперше розроблена схема та побудована математична модель хаотичного суперрегенератора (із переривчастою генерацією та переключенням режимів).

В роботі пропонується принципово нова концепція – суперрегенеративний приймач на базі генератора хаотичних коливань. Математичне моделювання такої конструкції виконувалось переважно на мові програмування MATLAB. В статті також розглянуті можливості практичної реалізації схеми хаотичного суперрегенератора.

Переривчаста генерація та суперрегенерація

Суперрегенератори звичайно будують на основі генераторів періодичних коливань. Найбільш часто при цьому використовують генератори синусоїдальних коливань на базі LC-генераторів певного типу. Також зустрічаються схеми із використанням RC-генераторів прямокутних коливань.

Далі генератор переводять в режим переривчастих коливань за рахунок, наприклад, використання змінної напруги живлення, або за рахунок самого генератора.

Під впливом вхідного сигналу, який приймається, генератор у режимі переривчастої генерації буде “запускатися” трохи раніше, ніж у випадку відсутності такого сигналу. В результаті амплітуда коливань генератора встигає досягнути більшої величини у порівнянні із випадком відсутності вхідного сигналу (тобто перш ніж відбудеться процес “гасіння” коливань самого генератора).

Для реальних конструкцій амплітуда вхідного сигналу може складати частку мікрівольта ... одиниць мікрівольт (мінімальні значення сигналів).

При цьому амплітуда коливань генератора (перш ніж відбудеться гасіння коливань) може сягнути величини одиниць або навіть десятків вольт для транзисторних схем та, відповідно, декількох сотень вольт для схем лампових.

Виникає підсилення вхідного сигналу по напрузі до мільйона разів. Для реальних конструкцій підсилення по напрузі одержують у межах 10 000 ... 100 000 разів (80dB_u ... 100dB_u).

Слід відмітити, що переривання роботи генератора при цьому також відбувається по періодичному закону (найбільш часто по синусоїдальному або прямокутному).

Схеми із перериванням коливань засобами самого генератора працюють складніше. У цьому разі може змінюватись частота переривань генерації (частота гасіння), але у загальному випадку процес переривання залишається також періодичним.

Для того, щоб генератор в режимі переривчастих коливань вважався суперрегенератором, необхідно, крім всього іншого, дотримуватись додаткових умов [3].

Однак явища переривчастої генерації та суперрегенерації, по-суті, явища різні.

Для виникнення суперрегенерації необхідно в першу чергу здійснити переривчасту генерацію, але, в той же час, не всякий генератор, що працює в режимі переривчастої генерації, може бути суперрегенератором.

У відповідній літературі часто зустрічаються фотографії осцилограм, які нібито демонструють “суперрегенеративний режим” роботи схем. Однак такі осцилограми будуть спостерігатись і в режимі переривчастої генерації, навіть при відсутності суперрегенерації!

Те саме має місце при моделюванні роботи схем у EWB, MICRO-CAP та інших аналогічних системах схематичного моделювання. По осцилограмі завжди можливо розпізнати, – чи працює генератор у переривчастому режимі. Однак значно важче визначити, реалізується при цьому суперрегенеративний режим, або ні.

При математичному моделюванні також важче розпізнати роботу схеми у суперрегенеративному режимі, ніж у випадку використання реальних конструкцій.

Суперрегенератор обов’язково повинен підсилювати слабкий сигнал якщо не в мільйон, то, у крайньому разі, у тисячу разів.

Це і буде критерієм наявності суперрегенерації, який застосовується як для перевірки роботи реальних конструкцій, так і перевірки працездатності моделей.

На початку дослідження перш за все виникає питання – “чим це перевіряти”?

Найбільш просто таку перевірку здійснювати за допомогою синусоїдального сигналу із частотою, яка дорівнює власній частоті генератора (частоті власних коливань LC – контура).

Для цього проводять певну кількість числових експериментів. Поступово, при переході від одного експеримента до слідуючого, змінюють амплітуду, наприклад, на порядок, починаючи від (1Е – 16) і закінчуючи (1Е – 4).

Далі виникає наступне питання – “як перевіряти”?

З цією метою спостерігають за амплітудами спалахів при суперрегенерації, тобто як змінюються амплітуди при кожному експерименті.

При лінійному режимі роботи амплітуди спалахів суперрегенератора будуть істотнім чином залежати від амплітуди сигналів, які приймаються [2, 3].

Це, очевидно, достатньо легко зафіксувати. Найбільш складно фіксувати відклик на величину вхідного сигналу при нелінійному (логарифмічному) режимі роботи супергенератора, коли змінюється площа (заповнення) імпульсів спалахів. Адекватним методом фіксації відклику у цьому випадку може бути застосування анімації (див.нижче).

Постановка проблеми

Як відомо, автогенератори є істотно нелінійними системами. Достатньо мати, як мінімум, три реактивних елементи (L та/або C), як з'являється можливість виникнення детермінованого хаосу у схемі.

Числові експерименти розпочинали із аналізу роботи класичного хаотичного генератора Лео Чуа [4-6], який надалі був переведений у передстартовий режим.

У схемі (рис. 1) $C\emptyset 1, C\emptyset 2, L\emptyset 1$ та $R\emptyset 1$ – величини відповідних елементів (в фарадах, генрі, омах).

Елемент N – єдине джерело живлення, всі інші елементи схеми – пасивні.

Параметричний резистивний елемент $RL\emptyset 1$ у реальній конструкції реалізується на основі польового транзистора (опір, який керується зовнішньою напругою).

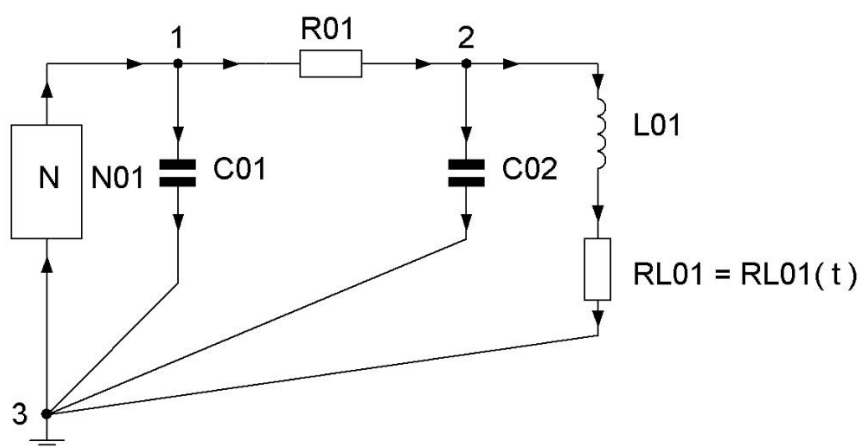


Рисунок 1 – Схема хаотичного суперрегенератора.

Figure 1 – The scheme of chaotic superregenerator.

Змінюючи періодично опір втрат $RL\emptyset 1$, далі “стартували” генератор, досягаючи тим самим режиму “переривчастої” генерації.

В результаті вперше одержано суперрегенеративне підсилення слабкого сигналу у схемі хаотичного генератора.

Спеціально відмітимо, що схема класичного хаотичного генератора Лео Чуа, та наведена на рис. 1, зовнішньо схожі. Однак, незважаючи на нібито незначні відмінності, ці схеми ведуть себе кардинально по-різному. Якщо в роботах Лео Чуа та його послідовників хаотичні генератори розглядались як працюючі у неперервному режимі, з позицій впливу різних параметрів на схему та явища синхронізації, мета авторів статті була інша – досягнення та подальше дослідження суперрегенеративного режиму у конструкціях хаотичних генераторів.

Це зайвий раз ілюструє положення про те, що навіть незначна зміна конструкції хаотичного генератора може привести до відкриття нових ефектів у роботі схеми.

Попередньо були визначені параметри, при яких спостерігався хаотичний режим роботи схеми (із аттрактором вида DS [4, 6]):

$$C\emptyset 1 = 1/9, C\emptyset 2 = 1, L\emptyset 1 = 1/7, R\emptyset 1 = 10/7.$$

В процесі моделювання величина $RL\emptyset 1$ постійно змінювалась самою програмою (див. нижче).

Система диференціальних рівнянь схеми

Далі склали систему звичайних диференціальних рівнянь, яка описує роботу схеми (див. рис. 1). При цьому були використані більш реалістичні напрямки струмів у порівнянні із роботами Лео Чуа та врахована уточнена трактовка такого елемента схеми, як негatron (див. також нижче).

Напруга на конденсаторах та струм через індуктивність (у вольтах, амперах) позначені як $UC\emptyset1$, $UC\emptyset2$ та $IL\emptyset1$.

ЕДС негatronа EN (не напруга!) дорівнює падінню напруги на конденсаторі $C\emptyset1$, тобто $UC\emptyset1$.

Для контура $N/C\emptyset1$ маємо

$$EN_{\text{ЕДС}} = UC\emptyset1 \quad (1)$$

Враховуючи протилежність знаків для ЕДС та напруги, запишемо вираз (1) у вигляді

$$UN = -UC\emptyset1 \quad (2)$$

Позначимо IN як струм через негatron (струм негatronа), який є функцією напруги на негatronі. У цьому разі

$$IN(UN) = \psi(-UC\emptyset1) \quad (3)$$

Для контура $C\emptyset1/R\emptyset1/C\emptyset2$ маємо:

$$-UC\emptyset1 + UR\emptyset1 + UC\emptyset2 = \emptyset, \quad (4)$$

а далі

$$UR\emptyset1 = UC\emptyset1 - UC\emptyset2. \quad (5)$$

Виходячи із виразу (5), одержуємо:

$$IR\emptyset1 = \frac{UR\emptyset1}{R\emptyset1} = \frac{(UC\emptyset1 - UC\emptyset2)}{R\emptyset1}. \quad (6)$$

Для вузла 1 маємо:

$$IN(-UC\emptyset1) - IC\emptyset1 - IR\emptyset1 = \emptyset. \quad (7)$$

Враховуючи (6), далі одержуємо:

$$IC\emptyset1 = IN(-UC\emptyset1) - IR\emptyset1 = IN(-UC\emptyset1) - \frac{(UC\emptyset1 - UC\emptyset2)}{R\emptyset1}. \quad (8)$$

В результаті

$$C\emptyset1 \cdot \frac{dUC\emptyset1}{dt} = -\frac{(UC\emptyset1 - UC\emptyset2)}{R\emptyset1} + IN(-UC\emptyset1). \quad (9)$$

Для вузла 2 маємо:

$$IR\emptyset1 - IC\emptyset2 - IL\emptyset1 = \emptyset. \quad (10)$$

Використовуючи вираз (6), одержуємо:

$$IC\emptyset 2 = IR\emptyset 1 - IL\emptyset 1 = \frac{(UC\emptyset 1 - UC\emptyset 2)}{R\emptyset 1} - IL\emptyset 1. \quad (11)$$

В результаті

$$C\emptyset 2 \cdot \frac{dUC\emptyset 2}{dt} = \frac{(UC\emptyset 1 - UC\emptyset 2)}{R\emptyset 1} - IL\emptyset 1. \quad (12)$$

Для контура $C\emptyset 2 / RL\emptyset 1 / L\emptyset 1$:

$$-UC\emptyset 2 + URL\emptyset 1 + UL\emptyset 1 = \emptyset, \quad (13)$$

і далі

$$UL\emptyset 1 = UC\emptyset 2 - URL\emptyset 1 = UC\emptyset 2 - URL\emptyset 1 \cdot IL\emptyset 1. \quad (14)$$

Таким чином, остаточно:

$$L\emptyset 1 \cdot \frac{dIL\emptyset 1}{dt} = UC\emptyset 2 - RL\emptyset 1 \cdot IL\emptyset 1. \quad (15)$$

Систему диференціальних рівнянь виду (9), (12) та (15) легко вирішити числовим методом. При цьому, звісно, необхідно мати вольт-амперну характеристику негатрона, яку розглянемо далі.

Особливості вольт-амперної характеристики (ВАХ) негатрона

Звичайно при дослідженнях систем диференціальних рівнянь характеристику негатрона N апроксимують класичною кусочно-лінійною функцією виду

$$Y = \psi(x) = B \cdot x + (A - B) \cdot (ABS(x + BP) - ABS(x - BP))/2 \quad (16)$$

із параметрами:

$$A = -8/10,$$

$$B = -5/10,$$

$$BP = +1.$$

При моделюванні дуже важливим є той факт, що при кусочно-лінійній апроксимації ВАХ для деякої множини параметрів вирішення системи диференціальних рівнянь може сягнути “у нескінченність”.

У цьому зв'язку авторами була використана також “гладка” апроксимація згідно

$$Y = \psi(x) = K\emptyset 1 \cdot x + K\emptyset 2 \cdot ATAN(K\emptyset 3 \cdot x) \quad (17)$$

при наступних параметрах:

$$K\emptyset 1 = -4.77\emptyset\emptyset E - \emptyset\emptyset 1,$$

$$K\emptyset 2 = -2.7825E - \emptyset\emptyset 1,$$

$$K\emptyset 3 = +1.5715E + \emptyset\emptyset\emptyset.$$

Значення коефіцієнтів $K\emptyset 1$, $K\emptyset 2$ та $K\emptyset 3$ для (17) без особливих складностей знаходимо при вирішенні задачі нелінійної оптимізації (мінімізації) числовим методом, виходячи із даних, що були отримані при застосуванні виразу (16).

Хід кривих (16) та (17) виявився дуже близьким, тому потрібно було дати значне збільшення, щоб побачити різницю у ході цих кривих.

При цьому ВАХ типів (16) та (17) дають практично однаковий вид хаотичних аттракторів.

Характеристики негatrona (діод Лео Чуа) представлені на рис. 2а,б згідно виразів (16) та (17).

Як видно, “гладка” апроксимація (17) усуває первісний злом, що одержаний при застосуванні виразу (16).

Зрозуміло, що при збільшенні напруги значення струму негatrona буде зростати без обмежень.

Але слід пам’ятати, що головна мета дослідження на цьому етапі – показати можливості роботи хаотичного генератора у суперрегенеративному режимі, не загострюючи увагу на певних “шорсткостях” при розробці моделі.

Передстартовий режим роботи хаотичного суперрегенератора

З метою одержання у подальшому режиму переривчастої генерації слід перш за все підібрати у моделі такі значення елементів, коли коливання у системі будуть відсутні (передстартовий режим роботи).

При моделюванні змінювали таку величину, як α -співвідношення ємностей $C\emptyset 1$ і $C\emptyset 2$.

У дослідженні приймали значення α від 9 до 12, з кроком 0,1. Величина $C\emptyset 2$ при цьому залишалась незмінною, а значення $C\emptyset 1$ розраховували через відповідне значення α , тобто $C\emptyset 1 = C\emptyset 2 / \alpha$.

При цьому величину $RL\emptyset 1$ періодично змінювала сама програма у процесі інтегрування системи.

При незначній зміні параметрів передстартового режиму можуть з’являтися хаотичні коливання.

Так, при зменшенні величини $RL\emptyset 1$ виникають умови появи таких коливань.

Але при збільшенні значення $RL\emptyset 1$ такі умови зникають. Тобто, зміною значення $RL\emptyset 1$ при роботі програми досягаються умови появи хаотичних коливань, і які також можуть виникати періодично.

Як відомо, хаотичні коливання не характеризуються певною частотою, а мають неперервний спектр частот. Однак цілком можливо вибрати частоту вільних коливань у контурі $L\emptyset 1 C\emptyset 2$ так, щоб всеж-таки досягнути деякої конкретної частоти коливань, та виконувати у подальшому необхідні розрахунки.

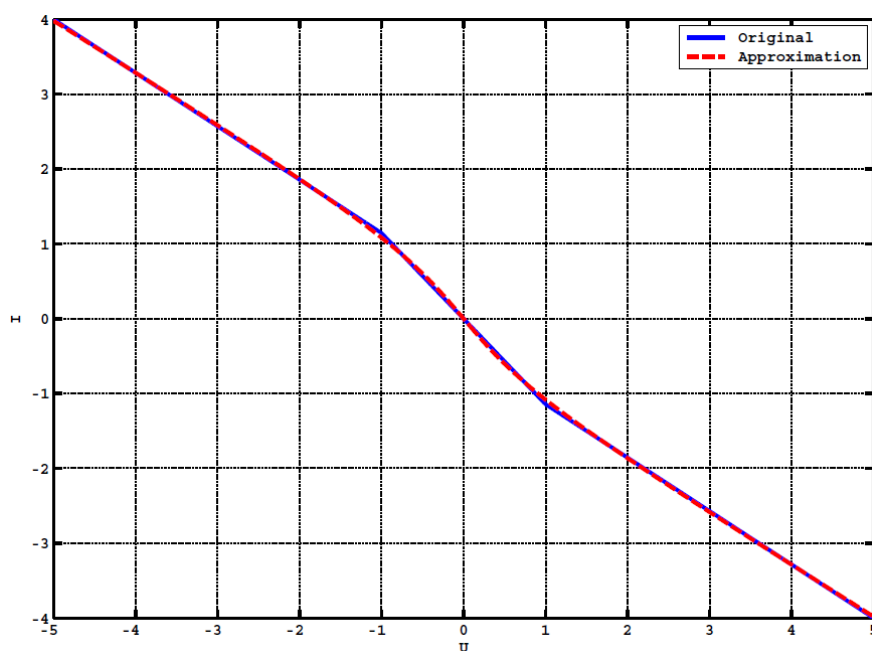
У відповідності із цим введемо колову частоту

$$\omega = 1/\text{SQRT}(L\emptyset 1 \cdot C\emptyset 2),$$

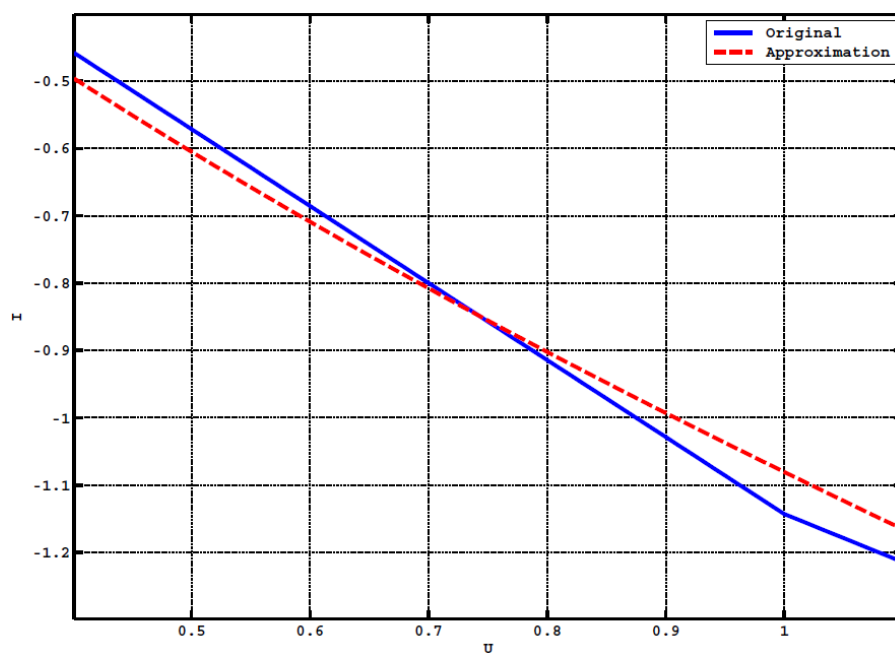
яка потрібна нам для нормування за часом.

Якщо розділимо праві частини виразів (9), (12) та (15) на значення ω , то одержимо, що одна одиниця (за часом) буде відповідати одному циклу коливань ω .

Тобто значення за часом, яке дорівнює, наприклад, величині 100, буде відповідати не 100 секундам, а 100 циклам коливань ω .



а)



б)

Рисунок 2 – Вольт-амперна характеристика негатрона:

а) без збільшення, б) із збільшенням.

Figure 2 – The volt-ampere characteristic of negatron:

a) without increase the scale, b) with increase the scale.

Класична теорія суперрегенерації говорить про те, що явище суперрегенерації буде проявлятися, якщо частота гасіння (частота переривання основних коливань генератора) буде в 100 ... 1000 разів (орієнтовно) менша за частоту основних коливань генератора [2, 3].

Приймемо, що це буде величина “у 100 разів”, та введемо відповідно величину $K=100$. Далі зафіксуємо цю величину K та не будемо надалі її змінювати. Тоді, в процесі моделювання, величина $RL\emptyset 1$ буде визначатись згідно виразу

$$RL\emptyset 1(t) = (1/12) + (1/12) \cdot \sin(t/K),$$

де (t/K) – час в одиницях ω у відповідності із розглянутим вище нормуванням.

При цьому $RL\emptyset 1$ буде змінюватися від значення

$$\frac{1}{12} - \frac{1}{12} = \emptyset$$

і до значення

$$\frac{1}{12} + \frac{1}{12} = \frac{2}{12} = \frac{1}{6}$$

із частотою, яка у 100 разів менша, ніж колова частота власних коливань контура $L\emptyset 1C\emptyset 2$.

При таких значеннях часу, враховуючи величину K , коливання встигнуть повністю “затухнути” (якщо і були до цього), тобто за той час, коли $RL\emptyset 1$ збільшується, генерація коливань стає неможливою (що і зазначено вище).

У відсутності вхідного (приймаючого) сигналу коливання у генераторі не виникають навіть у тому випадку, якщо для цього буде потенційна можливість (наприклад, коли величина $RL\emptyset 1(t)$ стає достатньо малою або навіть дорівнюватиме нулю).

Справа в тому, що стан системи диференціальних рівнянь у точці $(\emptyset; \emptyset; \emptyset)$, тобто коли $UC\emptyset 1 = \emptyset$, $UC\emptyset 2 = \emptyset$ та $IL\emptyset 1 = \emptyset$, є станом рівноваги (однак нестійкої, що перевіряється за допомогою відповідних математичних методів).

Однак коливання можуть виникати при досить малому відхиленні від точки рівноваги (наприклад, якщо маємо достатньо малий за величиною зовнішній сигнал).

При відсутності зовнішнього сигналу у генераторі, відповідно, не будуть спостерігатись спалахи генерації (якщо навіть потенційно такі умови і будуть періодично створюватись, оскільки величина $RL\emptyset 1(t)$ змінюється за часом з “частотою гасіння”).

Зрозуміло, що це стосується тільки ідеальної схеми, без внутрішніх шумів, тобто моделі, яка відповідає вище наведеній системі диференціальних рівнянь.

Слід зазначити, що реальна схема буде “запускатись”, як мінімум, під дією внутрішніх (власних) шумів, що ніяк не відбивається на загальних принципах побудови хаотичних суперрегенераторів.

Приймання зовнішнього слабкого сигналу

Як було зазначено вище, у відсутності зовнішнього сигналу, який приймається, ніякої генерації не спостерігається (модель “мовчить”).

Далі розглянемо приймання зовнішнього (слабкого) сигналу при умові роботи моделі.

З цією метою на кожному окремому кроці рішення ODE додавали випадкову “добавку”, імітацію цього сигналу (див. функцію MATLAB `rand()`) до величини напруги на конденсаторі $C\emptyset 1$. Така “добавка” складала $\emptyset \dots (1E - 6)$ вольтів.

Модель здатна впевнено приймати і значно більш слабкі сигнали, навіть до $(1E - 12)$ вольт.

Для моделювання був необхідний також постійний крок інтегрування за часом. Інтегрування із змінним (адаптивним) кроком, яке MATLAB ODE23() та ODE45() виконують по умовчання, що авторів статті не задовільняло.

У цьому зв'язку процес інтегрування проводили методом Рунге-Кутта 4-го порядку, із контролем точності рішення та постійним кроком (за допомогою процедури, що була написана авторами статті). Крок інтегрування у даному випадку складав $1/10$ значення колової частоти вільних коливань контура $L\emptyset 1C\emptyset 2$.

Для повного “охоплювання” всього процесу був необхідний також часовий інтервал у 10 одиниць коливань частоти гасіння, що при $K=100$ (див. вище) складало $10 \cdot 100 = 1000$ одиниць колової частоти вільних коливань контура $L\emptyset 1C\emptyset 2$.

Це і було загальним часом інтегрування.

Ще раз зазначимо, що в моделі відсутні внутрішні шуми, тому легко реалізується висока чутливість, яка для реальних схем буде навряд чи досягнута. Така властивість є однією із переваг використання математичного моделювання у даному дослідженні.

На рис.3 представлені результати моделювання при значенні $\alpha = 9.8$.

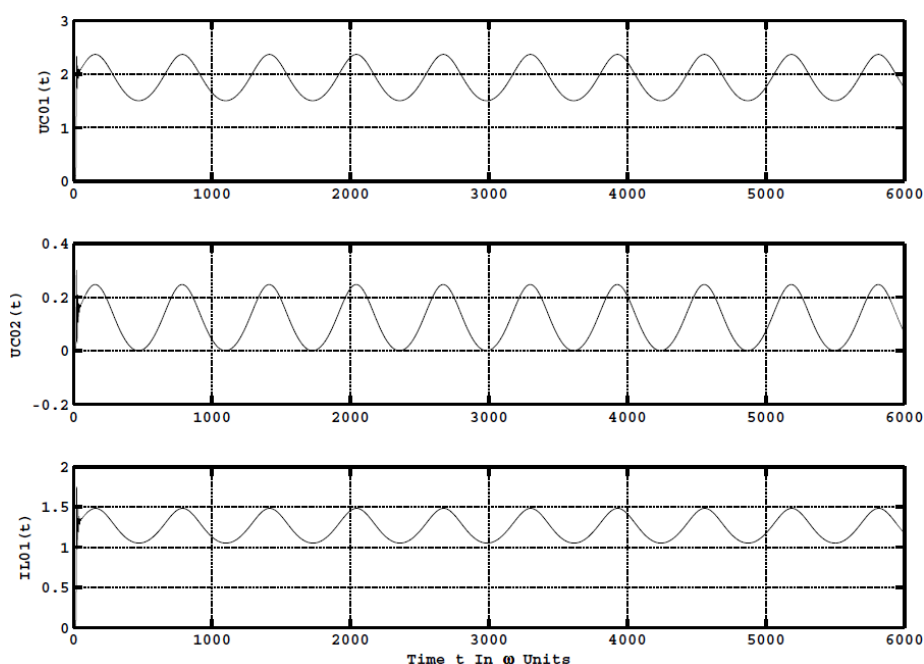


Рисунок 3 – Результати моделювання при значенні $\alpha = 9.8$.

Figure 3 – The result of modeling for $\alpha = 9.8$.

Як видно, явище суперрегенерації зовсім не проявляється.

При $\alpha = 10.9$ та послідовних значеннях суперрегенерація стає все більш помітною (див. рис.4), а при значенні $\alpha = 11.5$ це явище проявляється вже досить чітко (рис. 5). При цьому форма сигналів відповідає лінійному режиму роботи суперрегенератора.

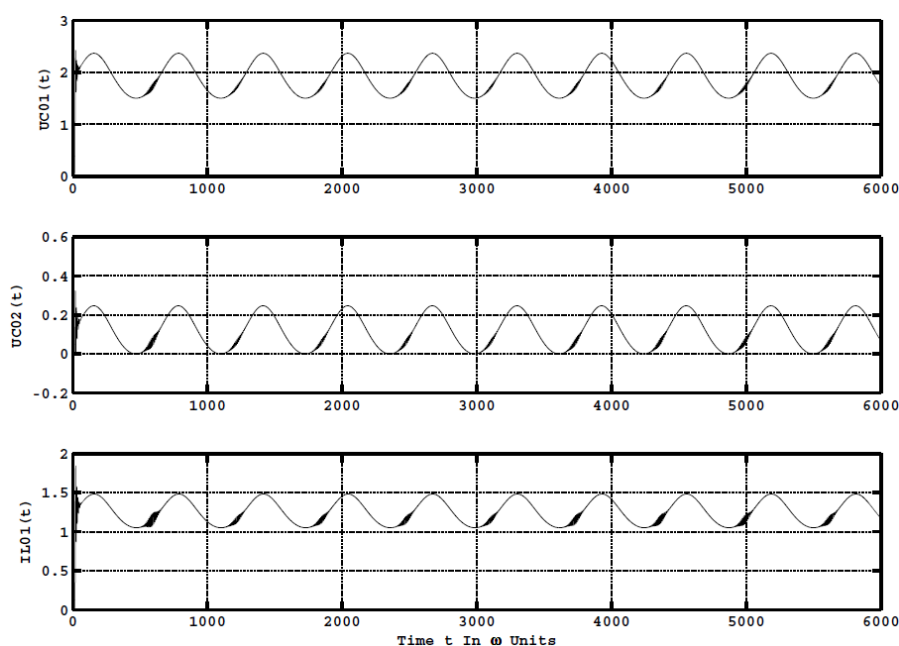


Рисунок 4 – Результати моделювання при $\alpha = 10.9$.

Figure 4 – The result of modeling for $\alpha = 10.9$.

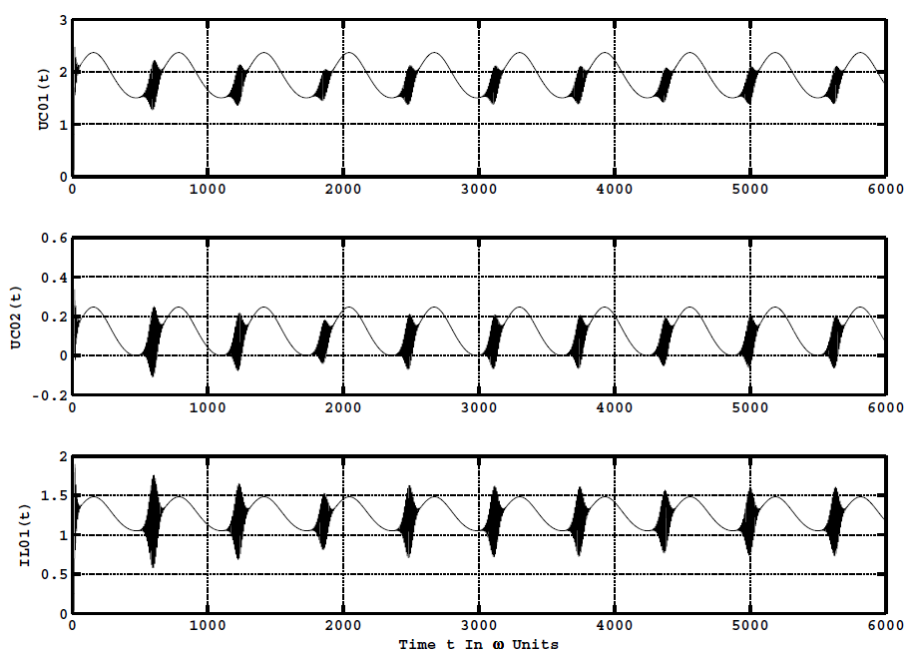


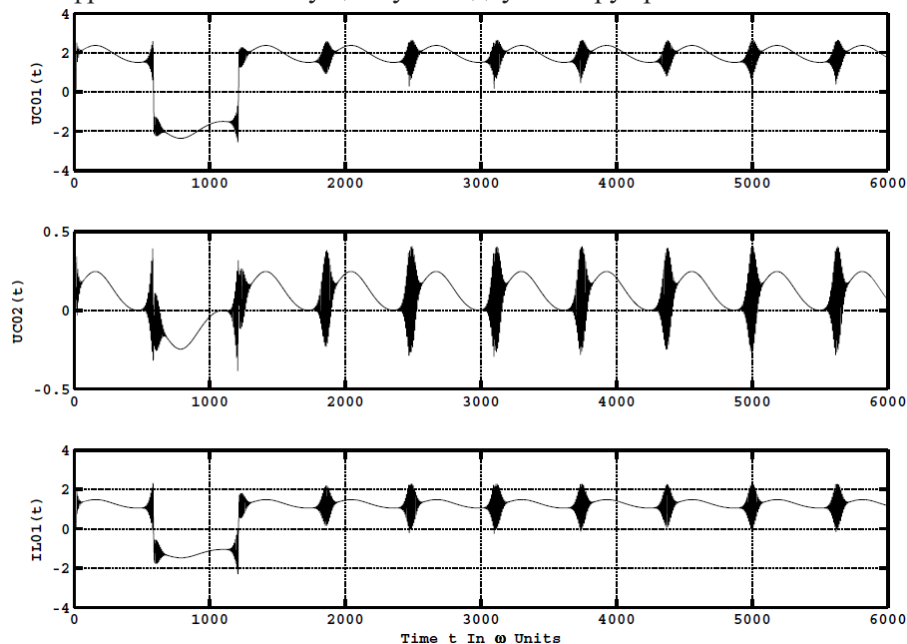
Рисунок 5 – Результати моделювання при $\alpha = 11.5$.

Figure 5 – The result of modeling for $\alpha = 11.5$.

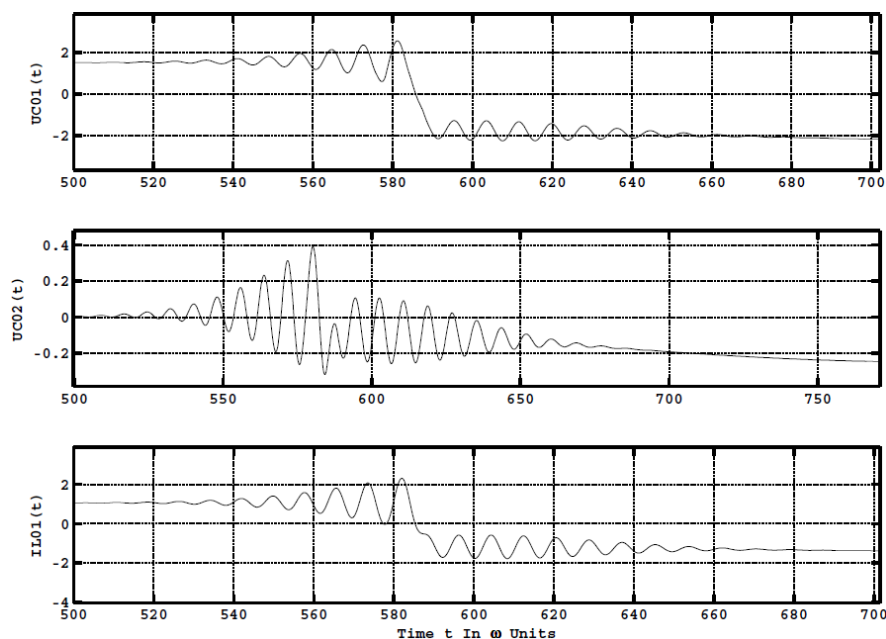
Однак при переході від значення $\alpha = 11.5$ до значення $\alpha = 11.8$ спостерігається якісна зміна режиму роботи суперрегенератора (рис. 6а).

Явище суперрегенерації супроводжується переключенням режимів від одного стану до іншого. У даному випадку – це переключення тригера, який утворений елементами схеми.

Збільшений фрагмент сигналів у цьому випадку ілюструє рис. 6б.



а)



б)

Рисунок 6 – Результати моделювання при $\alpha = 11.8$.

а) без збільшення, б) із збільшенням.

Figure 6 – The result of modeling for $\alpha = 11.8$:

а) without increase the scale, б) with increase the scale.

Як видно із рисунка 6б, форма “суперрегенеративного спалаху” виявилась достатньо складною. Цілком можливо, що такий “спалах” являє собою детерміновано-хаотичний сигнал.

Однак встановити це однозначно у даному випадку досить проблематично у зв'язку із малою тривалістю такого “спалаху”.

У подальшому зростання величини α призводить до ускладнення поведінки “спалаху”. Неможливо однозначно також стверджувати, що робота суперрегенератора далі буде відбуватись у лінійному режимі.

Скоріше за все, реалізується особливий режим роботи, характерний для суперрегенераторів, що побудовані на основі хаотичного генератора (рис.7).

Такий режим, на нашу думку, раніше не розглядався взагалі. При збільшенні параметру α цей режим проявляється все більш і більш виразно (див. рис. 8).

Збільшення параметру α до значень $\alpha \geq 12.4$ можливо було б класифікувати як повернення до класичного лінійного режиму.

Однак, скоріше за все, це явище пов'язане із відсутністю насичення, яке характерне для реального обладнання (у даному випадку це “надлишки” ВАХ негatrona). Тому моделювання при значеннях $\alpha \geq 12.4$ може бути неадекватним.

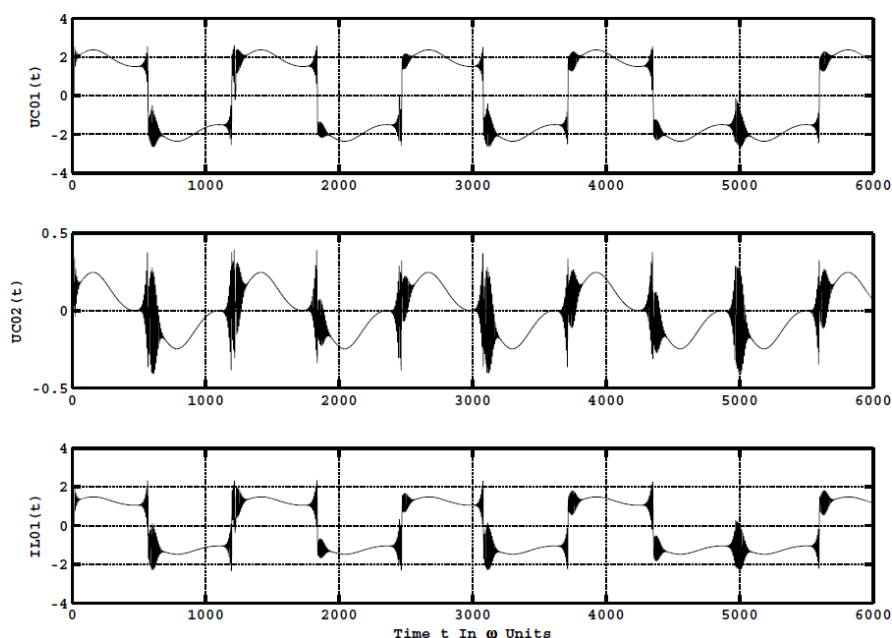


Рисунок 7 – Результати моделювання при $\alpha = 12.0$.

Figure 7 – The result of modeling for $\alpha = 12.0$.

Деякі особливості математичного моделювання суперрегенераторів

В ідеалі моделювання необхідно виконувати для всіх частот коливань, які мають значення для роботи суперрегенератора. Це, відповідно, частота сигналу, який приймається, частота суперизації та частота модуляції сигналу, що приймається.

Типове співвідношення частот для реальної конструкції може бути таким:

1. Частота ВЧ-сигналу, що приймається, дорівнює 30 МГц;
2. Частота суперизації 300 кГц;
3. Частота модуляції ВЧ-сигналу, що приймається, складає 3 кГц.

На першому етапі дослідження розглянемо тільки суперрегенератор із зовнішнім гасінням та АМ-модуляцією сигналу, який приймається.

Для того, щоб провести моделювання, необхідно одержати декілька мільйонів точок при вирішенні системи диференціальних рівнянь, та надалі візуалізувати це рішення.

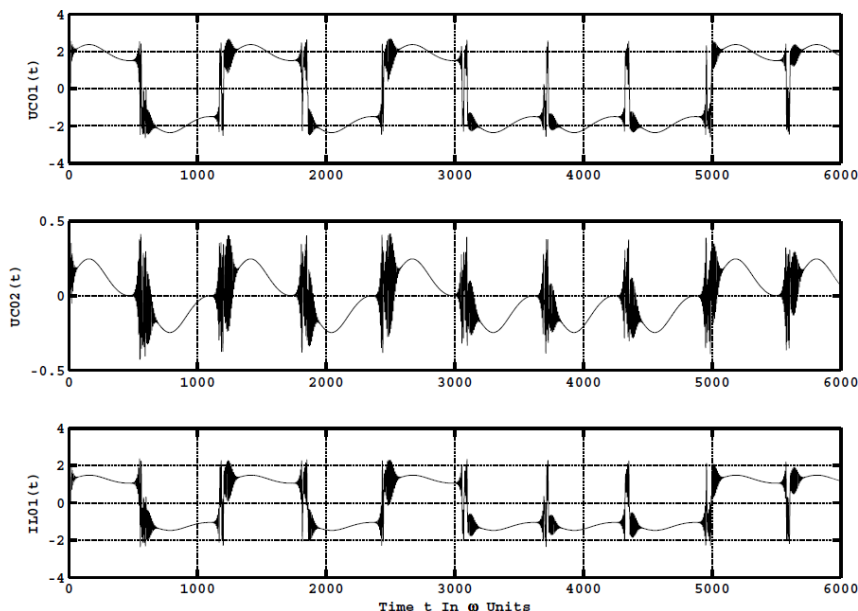


Рисунок 8 – Результати моделювання при $\alpha = 12.4$.

Figure 8 – The result of modeling for $\alpha = 12.4$.

При зміні параметрів за допомогою клавіатури зображення повинно змінюватись без затримок за часом. У цьому зв'язку замість трьох сигналів, кожний із яких відрізняється на два порядки за частотою, будемо аналізувати тільки два сигнали, тобто ВЧ-сигнал (30 МГц) та сигнал суперизації (300 кГц).

Це суттєво скорочує необхідну кількість точок при вирішенні диференціальних рівнянь (як мінімум, на два порядки), а також призводить до прискорення побудови зображення. Для адекватного моделювання у цьому разі достатньо буде візуалізувати лише декілька “спалахів” ВЧ-коливань (мінімум три).

Моделювання слід починати із використання мови програмування MATLAB. Це дозволяє дуже швидко побудувати та отлагодити відповідну модель. Але при цьому слід зазначити, що сама симуляція (робота моделі) буде проходити вкрай повільно. Для одержання одного зображення необхідно, наприклад, чекати декілька хвилин, або навіть більше.

У цьому зв'язку, якщо робота над моделлю у першому наближенні завершена, далі слід переходити на використання мов компільованого типу (FORTRAN, C, PASCAL та інші), які можуть обходитись без обов'язкового об'єктно-орієнтованого програмування (ООП), яке сповільнює роботу відповідних програм.

Якщо при вирішенні системи диференціальних рівнянь в MATLAB можливо використовувати метод Рунге-Кутта високих порядків (із контролем помилок рішень та постійним кроком), то для

компілюючих мов краще застосовувати метод Ейлера (працює дуже швидко, але необхідно попередньо визначати адекватний крок інтегрування за часом).

Як показав наш досвід моделювання, багато явищ, що виникають у суперрегенераторах, неможливо побачити тільки на основі використання статичних зображень. Обов'язково повинна бути присутня анімація моделі.

Для вирішення задач анімації необхідно, як мінімум, одержувати десятки кадрів за секунду, щоб мати “миттєвий” відклик на зміну параметрів моделювання у “реальному масштабі” часу.

Мінімальне значення кількості кадрів/секунду можна прийняти як FPS=10.

Авторами була написана спеціальна програма для анімації моделі на мові PASCAL. При цьому використовувалась у тому числі бібліотека OPENGL сумісно із утилітою GLUT.

У загальному випадку частоти сигналів можуть відрізнятись у 1000, або навіть у 10000 разів.

Запропонована у статті методика розробки програм моделювання універсальна, може застосовуватись при дослідженнях будь-яких типів суперрегенераторів (із класичною побудовою, на основі хаотичних генераторів або генераторів інших типів).

Фрагмент програмного коду на мові програмування MATLAB

Рядки 3 ... 7 фрагменту призначені для очистки комадного вікна, закриття відкритих раніше графічних вікон та встановлення у початковий стан генератора “випадкових” чисел.

Рядки 18 ... 24 фрагменту декларують глобальні змінні.

Відповідно, рядки 33 та 34 встановлюють значення для змінних Alpha та K, 38 та 39 присвоюють вказівник на функцію, що визначає праві частини системи ODE змінної F_n , та присвоюють значення змінної NIForOneW (тобто кількість точок рішення ODE для часу, що відповідає одиниці ω частоти LC – контура). Рядки 43 ... 47 та 51 необхідні для присвоєння значень відповідним змінним. Рядки 55 ... 60 фрагменту призначені для знаходження колової частоти ω LC – контура генератора (суперрегенератора).

TimeStart (завжди нуль) та TimeStop – час початку та закінчення інтегрування (квантується для зручності представлення графіків у тисячах одиниць), NI – загальна кількість кроків (ітерацій), які повинен зробити інтегратор ODE для інтегрування на відріzkу часу TimeStart ... TimeStop. Змінна VTime необхідна при звертанні до функції інтегрування ODE04A (), яка розроблена авторами, VInit – вектор початкових умов (всі нулі).

Далі виконується інтегрування системи ODE з постійним кроком за часом за допомогою ODE04A (), код якої у статті не приводиться, а також відповідна побудова графіків рішення системи ODE для початкових умов на даному часовому інтервалі.

У рядку 82 вилючаються всі змінні, оскільки це кінець програми (присутність у коді взагалі не обов'язкова).

Далі приводиться код необхідних для роботи основної програми допоміжних функцій. Функція FnRL01() виконує роль модулятора доброздатності індуктивності L01 (модуляція опору втрат RL01). Функція NLF() формулює вольт – амперну характеристику негatrona.

Функція FnODE() необхідна для представлення правих частин системи ODE і має деякі особливості, які представлені нижче.

Декларація глобальних змін подана у рядках 114 ... 120. Далі, в рядках 122 ... 124, визначається напруга на конденсаторах C01 та C02, а також струм через індуктивність L01.

Зазначимо, що це – миттєві величини.

Далі маємо виклик функції $FnRL\emptyset 1()$, яка визначає опір $RL\emptyset 1$ на даний момент часу.

Очевидно, що величина $RL\emptyset 1$ з часом постійно змінюється. В рядках 126 та 127 наведені величини $UC\emptyset 1$ та $IR\emptyset 1$, необхідні для розрахунків.

В даному разі до вихідного миттєвого значення $UC\emptyset 1$ додається деяка мала “випадкова” величина, яка імітує слабкий сигнал, що приймається.

Зрозуміло, що це не найкращий варіант дослідження властивостей хаотичного суперрегенератора. Але, мабуть, це практично єдиний варіант для визначення процесу підсилення слабого сигналу, що приймається.

У рядках 128 ... 130 фрагменту вихідного коду формується кінцевий результат.

На цьому у багатьох програмах звичайно завершуються функції виду $FnODE()$. Однак, у даному випадку, це не так. Слід пам'ятати також про нормування за часом (див. вище). Тому вихідні змінні $Out(1)$, $Out(2)$ та $Out(3)$ додатково обробляються.

Також необхідно звернути особливу увагу при діленні на W (колової частоти LC – контура хаотичного суперрегенератора).

У даному випадку ділення на W призводить до того, що “всередині” функції $FnODE$ змінна T буде являтися не часом в секундах, а відповідати “часу одного циклу ω ” (див. вище). Тобто, якщо діяти класично, ми повинні були б записати вираз $\sin(\omega \cdot t/K)$ у вигляді нотації $MATLAB \sin(W.*T./K)$.

Але, враховуюче зроблене нормування, це буде $\sin(T./K)$, що видно при аналізі коду функції $FnRL\emptyset 1()$, оскільки вона викликається “всередині” функції $FnODE()$.

Тобто важлива особливість коду - ретельне урахування зробленого нормування

Далі див. фрагмент коду програми.

Висновки

В роботі вперше розглянуто принцип хаотичної суперрегенерації та його застосування у задачах моніторингу.

Аналізується хаотичний автогенератор, що працює у суперрегенеративному режимі.

При цьому хаотичний суперрегенератор використовує режим переривчастих коливань.

Складена математична модель хаотичного суперрегенератора. Розроблене відповідне програмне забезпечення для дослідження поведінки моделі.

Досліджений сценарій переходу до хаосу для математичної моделі роботи суперрегенератора.

Визначено, що при зміні параметру α (відношенні величин ємностей конденсаторів схеми) спостерігається зміна режимів суперрегенерації – від лінійного хаотичного режиму без переключень до хаотичного режиму із переключенням.

Тобто навіть при попередньому дослідженні відкриті два нових режими суперрегенерації.

Завдяки проведеному дослідженню суттєво доповнені існуючі явища суперрегенерації. Якщо раніше було відоме, що “класичні” суперрегенератори можуть у короткому проміжку часу проявляти детерміновано-хаотичну поведінку, то наразі можливо стверджувати, що суперрегенератори, побудовані на базі хаотичних генераторів, демонструють як режими, схожі на режими класичних суперрегенераторів, так і проявляють свою, нетривіальну поведінку.

F:\SR_15_07_2023.M

Страница 1 из 4

2023-10-05 16:55:02

```

1  function [ ] = SR_15_07_2023( )
2
3  clc( )
4  close( 'all' )
5  rand( 'seed' , 0 )
6  randn( 'seed' , 0 )
7  pause( 1 ./ 10 )
8
9  %=====
10 % Our SuperReGenerator Base Of The Chaotic Generator By      %
11 % Chua L ( Attractor Type "DS" )                             %
12 % We Use Following Parameters                                %
13 % Alpha = 9 ... 50                                           %
14 % K = 100                                                     %
15 % RL01 = 0 ... 1 / 6                                         %
16 %=====
17
18 global C01
19 global C02
20 global K
21 global L01
22 global R01
23 global RL01
24 global W
25
26 %::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::%
27 % Alpha = 9 ... 50                                           %
28 %::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::%
29 % Approximately Under Alpha = 11.8 Begins To Appear Mode    %
30 % Of The Flip - Flop Switching                             %
31 %::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::%
32
33 Alpha = 12.4;
34 K = 100;
35
36 %::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::%
37
38 Fn = @ FnODE;
39 NIForOneW = 10;
40
41 %::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::%
42
43 C01 = 1 ./ 9;

```

- 1 -

F:\SR_15_07_2023.M

Страница 2 из 4

2023-10-05 16:55:02

```

44 C02 = 1;
45 L01 = 1 ./ 7;
46 R01 = 10 ./ 7;
47 RL01 = 1 ./ 12;
48
49 %::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::%
50
51 C01 = C02 ./ Alpha;
52
53 %::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::%
54
55 W = 1 ./ sqrt( L01 .* C02 );
56 TimeStart = 0;
57 TimeStop = quant( 60 .* K , 1000 );
58 NI = NIForOneW .* TimeStop;
59 VTime = [ TimeStart ; TimeStop ];
60 VInit = [ 0 ; 0 ; 0 ];
61
62 %::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::%
63 % The Code Of The Finding Of The ODE Solution By Authors %
64 % Procedure ODE04A( ) %
65 % This Part Of Programme Code Is Not Given %
66 % [ VOut , MOut ] = ODE04A( Fn , VTime , VInit , NI ); %
67 %::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::%
68
69 %::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::%
70 % ----- %
71 %::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::%
72
73 %::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::%
74 % Commands For Plot Graphics %
75 % This Part Of Programme Code Is Not Given %
76 %::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::%
77
78 %::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::%
79 % ----- %
80 %::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::%
81
82 clear( 'all' )
83
84 %::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::%
85
86 end

```

- 2 -

F:\SR_15_07_2023.M

Страница 3 из 4

2023-10-05 16:55:02

```

87
88 %::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::%
89 % Here Code Of The Auxiliary Procedures ( Functions )      %
90 % Is Found                                                  %
91 %::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::%
92
93 function [ ] = FnRL01( T )
94 global K
95 global RL01
96 RL01 = ( 1 ./ 12 ) + .....
97 ( 1 ./ 12 ) .* sin( T ./ K );
98 end
99
100 function [ Out ] = NLFOriginal( In )
101 A = - 8 ./ 10;
102 B = - 5 ./ 10;
103 BP = 1;
104 Out = B .* In + ( A - B ) .* .....
105 ( abs( In + BP ) - abs( In - BP ) ) ./ 2;
106 end
107
108 function [ Out ] = NLF( In )
109 K = [ - 4.7700E-001 ; - 2.7825E-001 ; + 1.5715E+000 ];
110 Out = K( 1 ) .* In + K( 2 ) .* atan( K( 3 ) .* In );
111 end
112
113 function [ Out ] = FnODE( T , In )
114 global C01
115 global C02
116 global K
117 global L01
118 global R01
119 global RL01
120 global W
121 Out = zeros( 3 , 1 );
122 UC01 = In( 1 );
123 UC02 = In( 2 );
124 IL01 = In( 3 );
125 FnRL01( T );
126 UC01 = UC01 + 1E-6 .* rand( );
127 IR01 = ( UC01 - UC02 ) ./ R01;
128 Out( 1 ) = - IR01 + NLF( - UC01 );
129 Out( 2 ) = IR01 - IL01;

```

- 3 -

F:\SR_15_07_2023.M

Страница 4 из 4

2023-10-05 16:55:02

```

130 Out( 3 ) = UC02 - RL01 .* IL01;
131 Out( 1 ) = Out( 1 ) ./ ( W .* C01 );
132 Out( 2 ) = Out( 2 ) ./ ( W .* C02 );
133 Out( 3 ) = Out( 3 ) ./ ( W .* L01 );
134 end
135

```

Перелік посилань

1. Арш Е.І. Автогенераторні методи та засоби вимірювань. –1979. – 256 с.
2. Белкін М.К. Суперрегенеративний радіоприйом: – Київ, Техніка, 1968. – 203 с.
3. Белкін М.К., Кравченко Г.І., Скоробутов Ю.Г., Стрюков Б.А. Суперрегенератори. –1983. – 248 с.
4. Chua L.O., Komura M., Matsumoto T. The double scroll family. IEEE. Transactions on Circuits & systems. – 1986, Vol. CAS – 33, № 11. – p.p. 1073 – 1118.
5. Matsumoto T. Chaos in Electronic Circuit. – IEEE, Vol. 75, №8. 1987. – p.p. 1033–1057.
6. Shuxian Wu. Chua's Circuits Family. – IEEE, Vol. 75, №8. 1987. – p.p. 1022–1032.

USE CHAOTIC SUPERREGENERATOR IN PROBLEM OF THE MONITORING (PART 1)

Vladuslav Artemenko, UT5UDJ, Master of Ecology, Ukrainian Hydrometeorological Institute, State Service on Emergencies of Ukraine and National Academy of Science of Ukraine, Hydrochemical Research, Scientific Employee, e-mail: artemenko@uhmi.org.ua, tel. 380936011250, Nauki avenue, 37, Kyiv, Ukraine, 03028, room 34, <https://orcid.org/0000-0003-0536-5415>

Volodymyr Petrovych, Candidate of Technical Sciences, Professor, Senior Researcher, Professor of the Transportation Construction and Property Management Department, National Transport University. e-mail: petrovichvv60@ukr.net, tel. +380442807338, Ukraine, 01010, Kyiv, street M. Omelyanovicha-Pavlenka, 1, room 138, <https://orcid.org/0000-0003-0422-2535>

Abstract. For the first time, the new type of the superregeneration was considered as follows chaotic superregeneration.

Earlier superregenerators were realized on base only generator periodic oscillations.

The offered authors chaotic superregenerator is built on base of chaotic autogenerator working in intermittent mode.

Mathematical model of chaotic superregenerator is formed on base of the system of the ordinary differential equations.

Software was created on programming languages MATLAB, FORTRAN and PASCAL for study of the behaviour model of chaotic superregenerator.

It is specifically noted that the model of superregenerator is obliged vastly to amplifying the weak input signal.

It in this connection was for the first time demonstrated possibility of the amplification weak input signal with the help of the chaotic superregenerator.

One of the possible realization of chaotic superregenerator with external intermittent is considered in article. Since steady – state figures do not allow adequately to analyse work the superregenerators and often do not allow to identify presence the superregenerative mode at modelling that in article was offered to use the animation.

In this connection authors was designed special software on FORTRAN and PASCAL with use OPENGL and GLUT. In article is brought fragment of the program for modelling the work of chaotic superregenerator on programming language MATLAB.

Is it for the first time offered universal methods to identifications superregenerative mode which can be used at study any types of superregenerators.

The goal of work

1.The study open authors the phenomenas of chaotic superregeneration on example one of the device realizing given phenomena (chaotic superregenerative receiver with external intermittently).

2.Creation the software for study of different types of superregenerators with use animation.

3.The development of the universal methods to identification superregenerative mode for any types device realizing this mode.

Keywords: The new type of the superregeneration, chaotic superregeneration, chaotic autogenerator working in intermittent mode, chaotic superregenerator with external intermittently, universal methods to identification superregenerative mode, animation result of the work to models with use OPENGL and GLUT.

References

1. Arsh E.I. Avtogeneratornyye sposoby i sredstva izmereniy. – Mashinostroyeniye, 1979. – 256 s.
2. Belkin M.K. Sverkhregenerativnyy radiopriyom: – K.: Tekhnika, 1968. – 203 s.
3. Belkin M.K., Kravchenko G.I., Skorobutov Yu.G., Stryukov B.A. Sverkhregeneratory. – 1983. – 248 s.
4. Chua L.O., Komura M., Matsumoto T. The double scroll family. IEEE. Transactions on Circuits & systems. – 1986, Vol. CAS – 33, № 11. – p.p. 1073 – 1118.
5. Matsumoto T. Chaos in Electronic Circuit. – IEEE, Vol. 75, №8. 1987. – p.p. 1033–1057.
6. Shuxian Wu. Chua's Circuits Family. – IEEE, Vol. 75, №8. 1987. – p.p. 1022–1032.

УДК 621.879.4
UDC 621.879.4

DOI:10.33744/0365-8171-2023-114.2-230-244

**ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА РОЗШИРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ
МОЖЛИВОСТЕЙ УНІВЕРСАЛЬНИХ ЗЕМЛЕРИЙНИХ МАШИН УДОСКОНАЛЕННЯМ
КІНЕМАТИКИ ПЕРЕМІЩЕННЯ ЇХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ В ЗАБОЇ**

**INCREASING THE EFFICIENCY AND EXPANDING THE TECHNOLOGICAL
CAPABILITIES OF THE UNIVERSAL EARTH-MOVING MACHINERY BY IMPROVING THE
KINEMATICS OF THE MOVEMENT OF THEIR OPERATING ELEMENT IN THE SOIL**



***Мусійко Володимир Данилович**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інженерії машин транспортного будівництва, Національний транспортний університет, e-mail: musvd48@gmail.com,*

<https://orcid.org/0000-0001-9983-3296>, [SCOPUS id 57221283646](https://scopus.org/authorid/57221283646)



***Коваль Андрій Борисович**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інженерії машин транспортного будівництва, Національний транспортний університет, м. Київ, Україна, e-mail: kandr6104@gmail.com,*

<https://orcid.org/0000-0003-1295-8200>, [SCOPUS id 57220055768](https://scopus.org/authorid/57220055768)



***Лазарук Юрій Володимирович**, доктор філософії, заступник начальника відділу, Військова частина А4629, e-mail: layuvo@ukr.net,*

<https://orcid.org/0000-0002-2019-0687>, [SCOPUS id 57221291717](https://scopus.org/authorid/57221291717)



***Пасенко Юрій Васильович**, аспірант кафедри інженерії машин транспортного будівництва, Національний транспортний університет, Київ, Україна, e-mail: 280bar@gmail.com,*

<https://orcid.org/0000-0002-2986-8781>

Анотація: В статті розглянуто питання створення та оптимізації конструкцій універсальних землерийних машин безперервної дії (УЗМ) здатних забезпечувати відкопування в ґрунтах протяжних виїмок різної ширини, глибини та форми без конструктивних змін робочого обладнання. В роботі виконано детальне обґрунтування актуальності та практичної доцільності створення універсальних землерийних машин безперервної дії.

Аналітичним шляхом визначено необхідну траєкторію переміщення ґрунторозробного робочого органа УЗМ в процесі спорудження широких виїмок (котлованів) в ґрунті, що являє собою лемніскату Бернуллі, переміщення по якій робочого органа УЗМ забезпечує копання ґрунту стружками рівномірної товщини в плані. Це дозволяє здійснювати спорудження котлованів в ґрунті з максимальною продуктивністю виконання робіт, мінімізуючи величину зовнішніх навантажень на робочому органі землерийної машини.

Для реалізації вище викладеного створено фізичну модель роторного робочого обладнання УЗМ та проведено експериментальні дослідження. В основу конструкції приводу переміщення робочого органа УЗМ покладено двоконтурний важільний механізм з обертальними парами п'ятого класу, що забезпечує подачу ґрунторозробного робочого органа на ґрунт забою. Розроблення ґрунту забезпечується в режимі віяльно-поступальної подачі робочого органа на забій. Переміщення робочого органу в забої здійснюється важільним механізмом, що має три ступені вільності, кожна ланка механізму забезпечена індивідуальним приводом повороту в плані за допомогою пари гідроциліндрів відносно шарніра його кріплення.

Синтезовано алгоритм роботи приводу переміщення в забої двоконтурного ґрунторозробного роторного робочого обладнання УЗМ безперервної дії, що забезпечує розроблення ґрунту стружками рівномірної товщини не залежно від ширини виїмки і, як наслідок, підвищення продуктивності роботи машини.

Вирівнювання товщини стружки в плані забезпечується шляхом довороту проміжної рами робочого органу в кінці кожного напівциклу робочого процесу.

Обґрунтовано алгоритм переміщення робочого органа в процесі спорудження в'їзної та виїзної апарелей під час спорудження котлованів в ґрунті за декілька проходів робочого органа.

Ключові слова: універсальна землерийна машина, робочий орган, гідравлічний привод, ґрунт, котлован, алгоритм, апарель.

Вступ. Транспортне, цивільне та промислове будівництво пов'язано з розробкою та переміщенням сотень тисяч кубічних метрів ґрунту. Виконання таких обсягів робіт можливо виключно з використанням високопродуктивних землерийних машин, в першу чергу екскаваторів безперервної дії, продуктивність яких в 4 – 6 разів більша ніж екскаваторів циклічної дії.

Важливої уваги заслуговує створення універсальних землерийних машин (УЗМ) безперервної дії, які здатні здійснювати відкопування у ґрунті протяжних виїмок різних лінійних розмірів без конструктивних змін робочого обладнання.

Випробування перших зразків ланцюгових ківшевих УЗМ (ПЗМ-1) [1], показали, що до 50 % сил опору, які виникають в процесі роботи жорстко направлених ланцюгів, ґрунторозробного робочого органа (РО) складає опір тертя ланцюгів по направляючим, якого слід би було уникнути.

З часом було розроблено ланцюг однобічного перегину [2] і, зрештою, ланцюгово-балковий РО [3, 4], якому не характерні вище приведені недоліки. Використання на машині ПЗМ-2 (рис. 1) ланцюгово-балкового РО дозволило зменшити енергоємність розробки ґрунту до $0,17 - 0,29 \text{ кВт} \cdot \text{год.} / \text{м}^3$.



Рисунок 1 – Полкова землерийна машини ПЗМ-2
Figure 1 – PZM-2 Battalion Earthmoving Machine

Дослідження УЗМ з ланцюгово-балковим РО проведені Биковим О.В. [1] під час відкопування котловану на номінальному режимі роботи (швидкість ланцюга $V_d = 2,05$ м/с, швидкість подачі машини $V_e = 56$ м/год) розкрили характер зміни потужності приводу РО, сили тяги і сили опору його поперечному переміщенню за час робочого циклу. Встановлено, що витрати потужності N_{po} на привід РО мінімальні, коли бічні фрези робочого органа знаходяться поблизу центру виїмки, в міру підходу РО до стінок котловану – потужність приводу різко зростає. Відношення максимального значення потужності до середнього складає 1,7 – 2,5. Сила опору P_6 бічному переміщенню РО плавно зростає, від мінімального значення на початку циклу поворотного руху до певного значення і досягає максимуму під час включення в роботу бічних фрез. Відношення максимального до середнього значення цієї сили складає 3 – 3,2.

Можна стверджувати, що головною причиною зміни навантажень на РО є циклічна зміна від мінімуму до максимуму сумарної площі стружок, що зрізуються усіма різцями, які знаходяться в забої. Результати тензометричних досліджень УЗМ ПЗМ-3-01 з ланцюгово-балковим РО, проведених нами [5, 6] підтверджують цей висновок.

Енергоємність розробки ґрунту, як універсальний показник ефективності робочого процесу землерийних машин, під час відривання траншей складає 0,35 – 0,43 кВт·год/м³, а котлованів – 0,408 кВт·год/м³.

Аналізуючи ефективність роботи УЗМ ПЗМ-2, ПЗМ-3 і ПЗМ-3-01 з ланцюгово-балковими РО слід зазначити, що резерви підвищення їх продуктивності, в процесі відривання поздовжніх виїмок заданих розмірів, практично вичерпано. Не вирішеним залишається питання розширення технологічних можливостей машин, оптимізації процесу копання ґрунту в котлованному режимі. Це, на наш погляд, має забезпечити значне підвищення продуктивності розроблення ґрунту, зниження енергоємності копання ґрунту.

Колективом кафедри дорожніх машин НТУ (з 27.01.2022 – кафедра інженерії машин транспортного будівництва) було проведено комплекс наукових робіт зі створення роторних УЗМ [7, 8]. Об'єктами експериментальних досліджень були фізичні моделі робочого обладнання УЗМ з безківшевими (рис. 2 а) [7] та ківшевими (рис. 2 б) роторними РО [8], виконаними в масштабі 1:5.

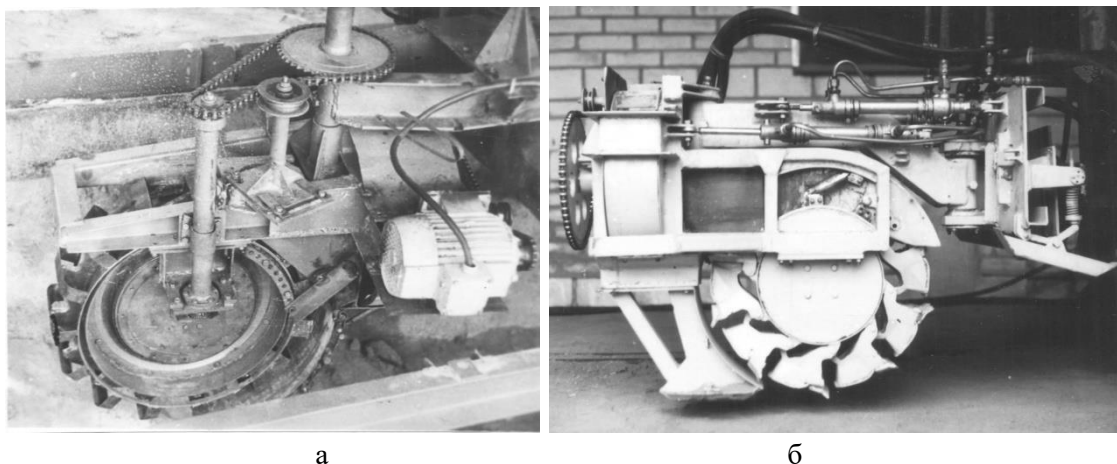


Рисунок 2 – Моделі робочого обладнання УЗМ: а – з безківшевим ротором; б – з ківшевим ротором
Figure 2 – Models of working equipment for UCAEM: a - with a bucketless rotor; b - with a bucket rotor

Експериментальними дослідженнями УЗМ з ківшевим роторним РО із відцентровим розвантаженням, який змонтовано на двоконтурному механізмі поперечного (бічного) переміщення, встановлено, що силове навантаження РО залежить від режимів роботи і в значній мірі від форми стружки, яку розробляє РО в горизонтальній площині. Характер змін, наприклад крутного моменту $M_{кр}$ на роторі за час циклу, залишається однаковим на різних режимах роботи, проте абсолютні значення $M_{кр}$ суттєво змінюються.

Найбільш навантаженим є режим максимальної продуктивності під час розробки ґрунту ротором на швидкості різання $V_p = 6$ м/с та бічної подачі $V_{бп} = 0,7$ м/с. За такої умови, значення крутного моменту складає: максимальне $M_{кр} = 74$ кНм, мінімальне – 14 кНм [8], коефіцієнт зміни зовнішнього навантаження за напівцикл становить $k_{Мкр} = 5,3$. Зменшення величини крутного моменту від максимального до мінімального, в момент зміни напрямку бічного переміщення ротора, відбувається на протязі 0,8 – 1,1 с. Така різка зміна навантаження приводу ротора під час роботи за кожен напівцикл є негативним явищем, що значно знижує надійність приводу РО.

Наведені результати дозволяють стверджувати про існуючу можливість вирівнювання і мінімізації величини зовнішніх навантажень на роторі в процесі його бічного переміщення в режимі копання ґрунту та крутного моменту на приводі, шляхом надання РО необхідної кінематики руху, за якої в горизонтальній площині ґрунт в забої буде розроблятися стружками незмінної товщини на різних швидкостях поздовжньої подачі машини на забій. Це дозволить забезпечити підвищення продуктивності УЗМ по виносній здатності РО майже в два рази, розширити технологічні можливості машин.

Дослідженням та створенням високопродуктивних ЗМ безперервної дії, конструкцій їх РО та приводів займалися багато науково-дослідних і наукових установ під керівництвом відомих вчених і конструкторів [9-11]. Опубліковані результати їх досліджень і конструкторських розробок стали основою, що дає можливість конструкторам і дослідникам вирішувати основні питання розрахунку і конструювання землерийних машин безперервної дії.

Однак створення високопродуктивних і надійних УЗМ безперервної дії потребує додаткового вирішення зазначених вище, до цих пір не розв'язаних, завдань.

Об'єктом дослідження є роторні робочі органи універсальних землерийних машин безперервної дії та кінематика їх переміщення в режимі копання ґрунту під час спорудження котлованів, в'їзної та виїзної апарелей в'їзду – виїзду з котловану.

Виклад основного матеріалу. Характерною особливістю УЗМ безперервної дії є спроможність одним і тим самим РО, без конструктивних змін, в режимі віяльно-поступальної подачі, розробляти поздовжні виїмки різних лінійних розмірів. Мінімальна ширина виїмки (траншея) відповідає ширині РО, максимальна ширина – визначається конструктивними і кінематичними параметрами навіски РО. Розроблення виїмок глибиною, що перевищує максимальну глибину копання за один прохід здійснюється за декілька послідовних проходів [12], рис. 3.

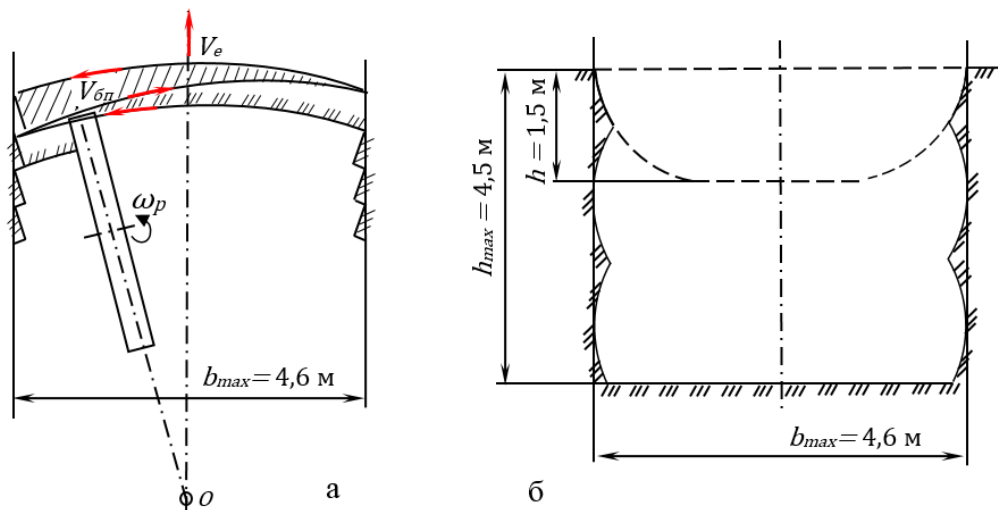


Рисунок 3 – Схема розроблення котловану: а – вид в плані; б – поперечний переріз виїмки сформований за три проходи машини

Figure 3 – Excavation scheme: a - plan view; b - cross-sectional profile of the trench formed in three passes of the machine

Для спорудження виїмки в ґрунті типу котловану, машина повинна на в'їзді та виїзді в цей котлован відкопати виїмку в ґрунті дно якої матиме вигляд нахиленої площини. Виїмки з нахиленим дном відносно поверхні ґрунту мають назву апарелей. Без їх відкопування спорудити котлован не можливо. Алгоритм переміщення робочого органа УЗМ в режимі спорудження в'їзної, або виїзної апарелей в ґрунті потребує свого дослідження та оптимізації. Характерною особливістю робочого процесу УЗМ є його циклічність. Повний цикл переміщення РО в забої здійснюється за рахунок його руху від одного крайнього положення (бічної стінки виїмки в ґрунті) до протилежної бічної стінки та в зворотньому напрямку, тобто повернення у вихідне положення. Переміщення РО від одної бічної стінки котловану до протилежної складає напівцикл його робочого процесу.

Відома одноконтурна конструктивна схема навіски ґрунторозробного РО на кормі базового шасі, забезпечує розроблення широких, протяжних виїмок в ґрунті стружками серповидної форми, нерівномірної товщини, яка змінюється від нуля до визначеного максимуму за кожен напівцикл переміщення РО в забої (рис. 4). Процес розроблення ґрунту характеризується значними змінними

(пульсуючими) навантаженнями елементів конструкції РО, нерівномірністю навантаження приводу робочого органа та машини в цілому, що в свою чергу призводить до зниження потенційної теоретичної продуктивності землерийної машини майже вдвічі [13].

Враховуючи вищезазначене, можна стверджувати, що підвищення продуктивності УЗМ може бути досягнуто завдяки зниженню і стабілізації навантажень на РО шляхом розроблення ґрунту стружками рівномірної товщини. Питання пошуку оптимального алгоритму переміщення робочого органа під час спорудження апарелей також має вирішуватись шляхом оптимізації копання ґрунту в процесі заглиблення, чи виглиблення робочого органа, що розробляє ґрунт в режимі віяльно-поступальної подачі його на ґрунт забою.

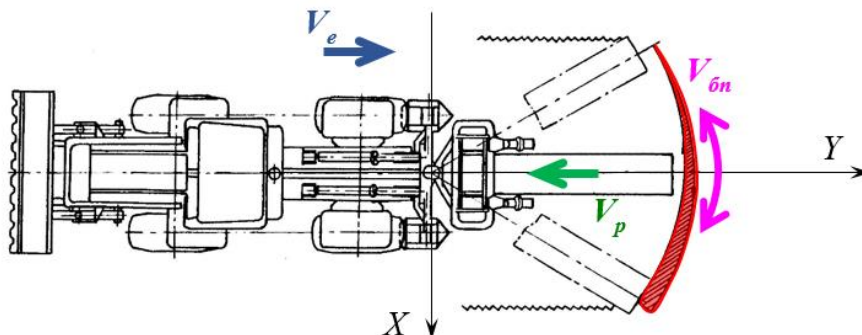


Рисунок 4 – Розробка ґрунту стружками нерівномірної товщини
Figure 4 – Excavation of soil with uneven thickness chips

Під час суміщення поступального руху машини вздовж вісі котловану OY та бічної подачі РО в напрямку вісі OX (див. рис. 4) припустимо, що швидкість руху машини V_e , за період робочого циклу, постійна ($V_e = \text{const}$). Швидкість бічної подачі РО, в кожній точці траєкторії руху в забої за напівцикл, буде середньою V_{bn} . У результаті векторного складання швидкостей руху машини $\vec{V}_e$ і бічної подачі $\vec{V}_{bn}$ РО (рис. 5) отримаємо вектор сумарної швидкості переміщення робочого органу $\vec{V}_{po}$ [14] в горизонтальній площині. При такому характері руху РО в забої утворюється стружка у вигляді клина. Кут γ між векторами швидкостей $\vec{V}_{po}$ і $\vec{V}_{bn}$ визначається із співвідношення:

$$\text{tg } \gamma = \frac{V_e}{V_{bn}}. \quad (1)$$

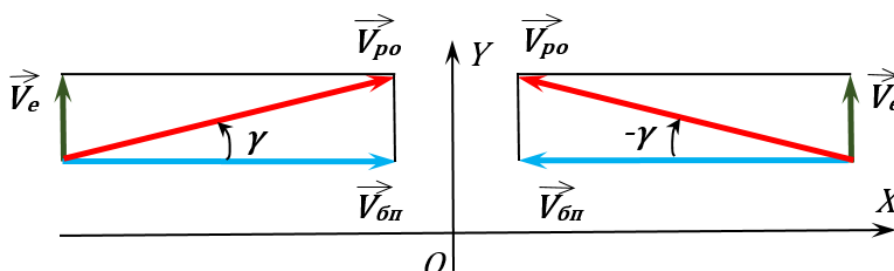


Рисунок 5 – Швидкість переміщення робочого органа за суміщення рухів
Figure 5 – The speed of movement of the operating element due to the combination of motions

Аналіз рівняння (1) свідчить, що вирівнювання товщини стружки ґрунту можливо шляхом керування процесом її утворення, зокрема механізмом бічного переміщення РО, який буде надавати РО необхідне “компенсуюче” додаткове переміщення.

Утворення стружки ґрунту рівномірної товщини, шляхом надання додаткового переміщення РО відносно базового шасі, повинно забезпечувати положення вектора сумарної швидкості його переміщення ($\vec{V}_{po}$) перпендикулярно вісі OY руху машини (рис. 6). Оскільки рух РО в забої є циклічним, а кут γ при цьому змінює свій знак на протилежний, то й додатковий урівноважувальний рух повинен бути циклічним і забезпечувати рівність кута γ нулю $\gamma = 0$.

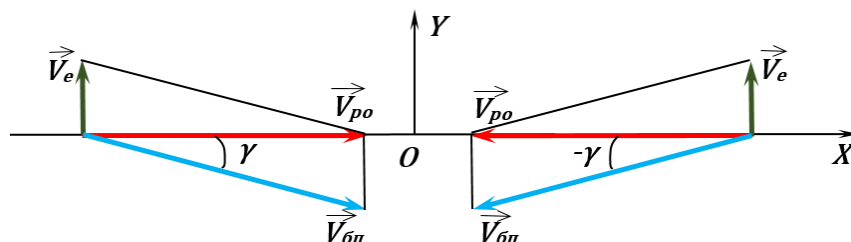


Рисунок 6 – Положення вектора сумарної швидкості переміщення РО під час розроблення забою рівномірними стружками

Figure 6 – Position of the vector of the total speed (PO) of the operating element during the development of the face with uniform chips.

Враховуючи, що під час зміни напрямку руху РО біля бічної стінки забою кут γ змінює свій знак, то додатковий урівноважувальний рух повинен починатися від крайніх положень РО в забої (біля стінок котловану) і підтримуватися в процесі переміщення РО по усій ширині виїмки, що розробляється. Разом з тим, для отримання стружки рівномірної середньої товщини необхідно в початковий момент її утворення здійснити додаткову подачу ріжучих периметрів ківшів РО по вісі OY на величину середньої товщини стружки за цикл $c/2$, а після цього надати їм складену швидкість бічної подачі $\vec{V}_{bp}$, відносно поздовжньої вісі базового шасі, яка буде векторно протилежною швидкості поздовжньої подачі $\vec{V}_e$ до крайнього положення РО біля протилежної стінки забою (рис. 7).

Величина випереджаючої подачі РО функціонально пов'язана з кутом утворення клиновидності стружки γ в плані:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{c}{2b}, \quad (2)$$

де, c – подача машини на забій за час циклу;

b – ширина виїмки, що розробляється РО.

Отже, вирівнювання товщини стружки в плані можливо забезпечити шляхом надання РО додаткового поперечного змінного руху відносно поздовжньої вісі машини OY .

Надання РО додаткового поперечного змінного руху, в процесі розроблення забою стружками рівної товщини в горизонтальній площині XOY , забезпечить:

– рівномірність на протязі циклу (напівциклу) заповнення ківшів робочого органу ґрунтом, що в свою чергу дасть змогу підвищити його продуктивність по виносній здатності під час спорудження виїмок в ґрунті різної ширини (більшої конструктивної ширини ротора) та глибини;

– можливість вирівнювання навантажень на робочому обладнанні, які виникають під час розроблення забою та прямо пропорційні площі стружки, що розробляється;

– підвищення надійності та строків служби механізмів машини та її приводів.

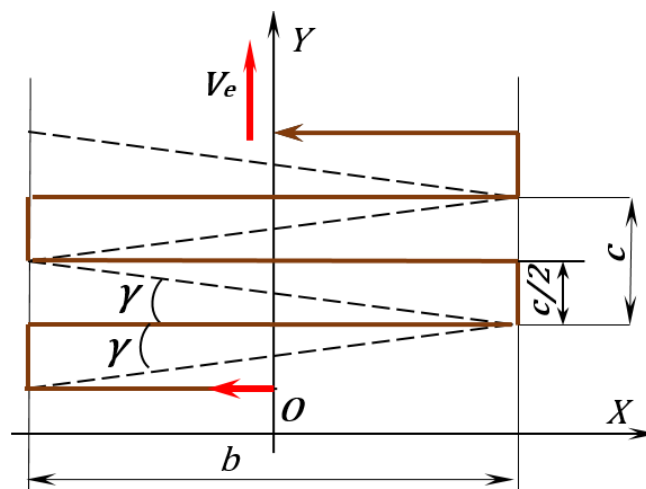


Рисунок 7 – Розроблення забою стружками ґрунту рівної товщини
Figure 7 – Excavation of the face with soil chips of uniform thickness

Оскільки ґрунторозробне робоче обладнання УЗМ є жорсткою конструкцією з фіксованим розміщенням ріжучих периметрів ківшів ротора відносно вісі його обертання, то рух ріжучих периметрів в горизонтальній площині забою, можна охарактеризувати як рух описової точки M положення якої визначається перетином горизонтальної площини, що проходить через вісь обертання ротора та центра зовнішніх периметрів ріжучих кромки.

З урахуванням зазначених умов траєкторія, що описується точкою M за робочий цикл руху РО, за умови виключення поздовжнього переміщення базового шасі ($V_e = 0$), буде мати вигляд лемніскати Бернуллі [15, 16] (рис. 8).

Лемніската Бернуллі – площинна алгебраїчна крива, яка визначається як геометричне місце точок, добуток величини відстаней від яких до двох заданих точок F_1 і F_2 (фокусів) є величиною постійною і дорівнює квадрату половини відстані між фокусами [16]. У декартовій системі координат лемніската Бернуллі описується рівнянням $(x^2 + y^2)^2 - 2a^2(x^2 - y^2) = 0$.

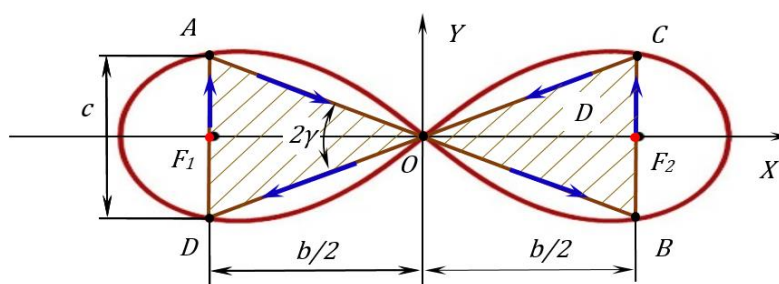


Рисунок 8 – Лемніската Бернуллі. Траєкторія, що описується точкою M
Figure 8 – Bernoulli's lemniscate. Trajectory described by point M

Лемніската Бернуллі, рис. 8, має ряд оригінальних геометричних властивостей [16, 17], а саме:
 – складається з двох пелюсток, які симетричні відносно точки O , що є центром між її фокусами F_1 і F_2 ;

– крива є геометричним місцем точок, які симетричні відносно точки O і можуть бути окреслені описовою точкою вихідної ланки;

– крива має два максимуми, які рівновіддалені від точки O і відповідають її фокусам F_1 і F_2 , та два мінімуми, що є серединою відрізка між її фокусами;

– відстань від максимуму до мінімуму (F_1O або OF_2), що знаходяться по один бік від серединного перпендикуляру відрізка між фокусами O дорівнює відстані від максимуму (або мінімуму) до точки O ;

– механізми, описова точка вихідної ланки яких описує лемніскату є механізмами циклічної дії.

Таким чином, переміщення РО УЗМ в процесі копання ґрунту по траєкторії, що описується лемніскатою Бернуллі слід вважати “ідеальною”, тобто такою, що відповідає визначеним умовам роботи УЗМ за заданих значень параметрів b , c , V_e і V_{6n} .

Траєкторію руху ріжучих периметрів РО, як деякої функції $y = f(x)$ у декартовій системі координат, можна виразити рівнянням:

$$y = \frac{V_e}{V_{6n}} x \sqrt{1 - \frac{2^{2n}}{b^{2n}} x^{2n}}, \quad (3)$$

де, V_e , V_{6n} – швидкості подачі машини на забій та бічної подачі РО;

x – поточне значення координати, що характеризує бічне переміщення РО;

n – натуральне число з $N = 1, 2 \dots$, до того ж $n \rightarrow \infty$.

Для спрощення, в рівняння (3) вводяться обмеження показника ступеня $n=16$, який обрано з конструктивних міркувань. Тоді наближений математичний опис траєкторії можна виразити рівнянням (4), а графічне зображення траєкторії набуде виду (рис. 9), коли її відхилення від ідеальної траєкторії не перевищує 5 %.

$$y = 1,27 \cdot \frac{V_e}{V_{6n}} \cdot x \sqrt{1 - \frac{4,3 \cdot 10^9}{b^{32}} \cdot x^{32}}. \quad (4)$$

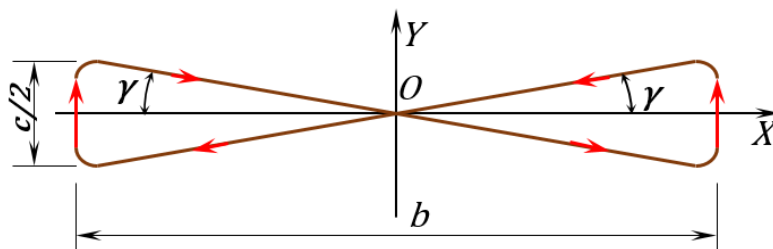


Рисунок 9 – Траєкторія руху центру (точка M) ріжучих периметрів ківшів РО

Figure 9 – Trajectory of the movement of the center (point M) of the cutting perimeters of the operating element's buckets

Слід зауважити, що чим вищий показник ступеня n , тим більше траєкторія переміщення описової точки M вихідної ланки буде набувати вигляду “ідеальної” (див. рис. 9).

Реалізація руху реальної конструкції РО за заданою траєкторією (див. рис. 9) що описується в загальному вигляді рівнянням (3), дозволяє створити УЗМ, що спроможна ефективно розробляти виїмки різної ширини в різних ґрунтових умовах. Це може бути забезпечено за умови виконання рівності:

$$c = y_{max} = 2b \frac{V_e}{V_{6n}}, \quad (5)$$

де, $b = \text{const}$, $V_{on} = \text{const}$, $V_e = \text{var}$.

У результаті вище викладеного аналізу, можна стверджувати, що для реалізації переміщення РО за заданою траєкторією, яка описується рівнянням лемніскати Бернуллі, необхідно створити механізм навіски з приводом бічного переміщення, що здатен здійснювати адаптивне керування випереджаючою подачею робочого органа, шляхом застосування необхідного алгоритму переміщення робочого обладнання в залежності від швидкості подачі РО на забій. Величина випереджаючої подачі c РО на забій, в кінці кожного напівциклу, має бути функціонально пов'язана з швидкістю подачі машини V_e на забій та шириною виїмки b .

Такий механізм створено нами [18]. Він являє собою двоконтурний важільний механізм з обертальними парами п'ятого класу. Розроблення ґрунту робочим органом УЗМ забезпечується важільним механізмом подачі ротора на забій з трьома ступенями вільності. Переміщення кожної ланки механізму в горизонтальній площині забезпечується механізмом бічного переміщення РО з індивідуальним приводом повороту кожної ланки, що включає по два гідроциліндри на кожну з ланок.

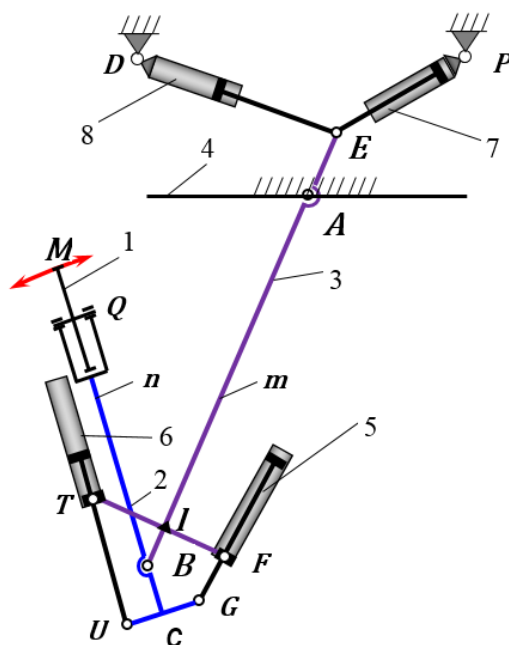


Рисунок 10 – Кінематична схема механізму приводу бічного переміщення РО: 1 – ротор; 2 – рама робочого органу (ланка n); 3 – проміжна рама (ланка m); 4 – навіска робочого органу на кормі базового шасі; 5, 6 – гідроциліндри коливання рами робочого органу; 7, 8 – гідроциліндри коливання проміжної рами

Figure 10 – Kinematic scheme of the lateral displacement mechanism of the operating element: 1 – rotor; 2 – operating element frame (link n); 3 – intermediate frame (link m); 4 – attachment of the operating element on the rear of the base chassis; 5, 6 – hydraulic cylinders for swinging the operating element frame; 7, 8 – hydraulic cylinders for swinging the intermediate frame.

Заглиблення робочого органа універсальної землерийної машини в ґрунт під час спорудження в'їзної апарелі котловану має здійснюватися циклічно, синхронно циклом віяльно-поступальної подачі робочого органа на ґрунт забою.

З урахуванням очевидної необхідності забезпечення розробки ґрунту стружками рівномірної товщини як в горизонтальній, так і у вертикальній площинках забою, заглиблення робочого органа має здійснюватися біля бічних стінок котловану в кінці, чи на початку, кожного напівциклу переміщення робочого органа в режимі копання ґрунту.

Тривалість заглиблення робочого органа УЗМ в кінці кожного напівциклу робочого процесу має забезпечити спорудження дна апарелі під необхідним кутом нахилу α до горизонту. Швидкість заглиблення V_3 знаходиться у функціональній залежності від швидкості V_e подачі робочого органа на забій.

Схеми циклічного переміщення робочого органа в забої під час спорудження в'їзної та виїзної апарелей приведено на рис. 11.

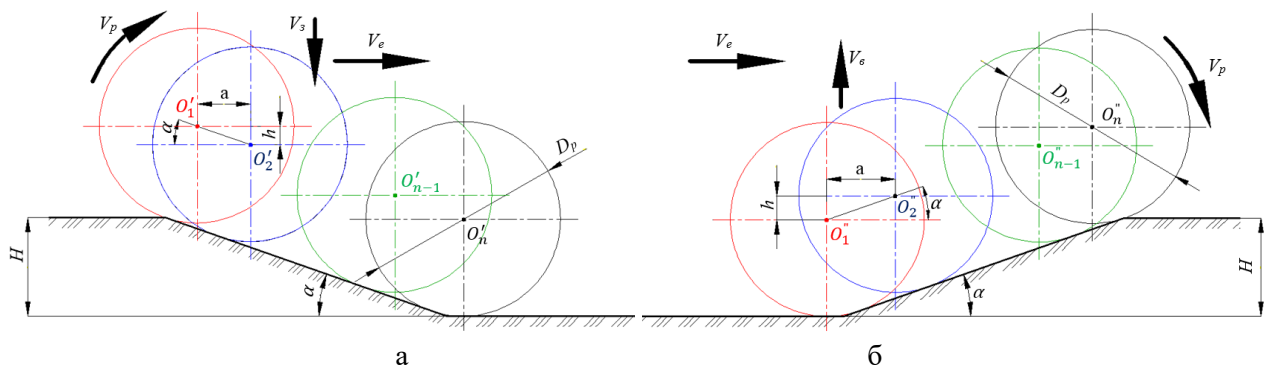


Рисунок 11 – Схеми спорудження апарелей: а – в'їзної; б – виїзної

Figure 11 – Schemes of construction of ramps: a - entrance; b - outgoing

Величина заглиблення h за кожен напівцикл переміщення робочого органа повинна забезпечити необхідну величину кута нахилу α площини дна апарелі. Кут нахилу площини дна апарелі визначається згідно залежності (див. рис. 8а):

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{a}, \quad (6)$$

де a – подача робочого органа УЗМ на забій в напрямку переміщення машини за кожен напівцикл копання ґрунту.

$$a = V_e \cdot t_{\text{н.ц.}}, \quad (7)$$

де $t_{\text{н.ц.}}$ – тривалість напівциклу.

В такому випадку, величина заглиблення робочого органа h за кожен напівцикл визначається згідно:

$$h = a \operatorname{tg} \alpha = V_e t_{\text{н.ц.}} \operatorname{tg} \alpha. \quad (8)$$

Заглиблення має бути здійснено біля бічної стінки котловану за час довороту t_3 проміжної рами робочого органа.

Швидкість заглиблення V_3 в такому випадку визначається:

$$V_3 = V_e \frac{t_{\text{н.ц.}} \operatorname{tg} \alpha}{t_3}. \quad (9)$$

Висновки та рекомендації.

1. Доведена можливість та доцільність створення універсальних землерійних машин безперервної дії здатних без переналаштування робочого обладнання відкопувати в ґрунті траншеї заданих лінійних розмірів, котловани змінних геометричних розмірів, в'їзні та виїзні апарелі котлованів.
2. Аналітичним шляхом визначено необхідну траєкторію переміщення робочого органа УЗМ в забої під час копання котлованів, що являє собою лемніскату Бернуллі.
3. Переміщення по вказаній траєкторії робочого обладнання, забезпечує вирівнювання зовнішніх навантажень на робочому обладнанні машини та підвищення її продуктивності роботи майже в два рази.
4. Розроблено алгоритм та отримано функціональні залежності, що регламентують роботу УЗМ безперервної дії в процесі спорудження в'їзної та виїзної апарелей котлованів.
5. Розроблено технічну пропозицію по створенню конструкції механізму навішування на базове шасі роторного робочого обладнанням УЗМ, здатного в процесі копання котловану переміщувати робочий орган в забої по траєкторії, що забезпечує вирівнювання товщини стружки в плані, та споруджувати в'їзну і виїзну апарелі котловану з необхідним нахилом дна апарелі до горизонту.

Перелік посилань

1. Быков А.В. Исследование конструктивно-кинематических параметров цепнобалочного рабочего органа универсальной землеройной машины: дис. канд. тех. наук : 05.05.04. К., 1986. 205 с.
2. А.с. 488036 СССР : F 16g 13/12. Цепь одностороннего перегиба / А. А. Кавалеров, А. В. Быков. № 1897267/25-27; заявл. 09.03.1973; опубл. 15.10.1975, Бюл. № 38.
3. А.с. СССР, E02 F 5/06. Рабочий орган землеройной машины / А. В. Быков, А. А. Кавалеров, Ю.Г. Коцюба, Б.М. Глазман : № 2367494/29-03; заявл. 04.07.1976; опубл. 30.06.1978, Бюл. № 24 – 3 с.
4. Кудра С.Е., Быков А.В. Цепно-балочный рабочий орган универсальной землеройной машины : Строительные и дорожные машины. № 12. М., 1979. – С. 6–7.
5. Проведення тензометричних випробувань машини ПЗМ-3-01: Звіт про НДР / НТУ; кер. Мусійко В.Д.; вик.: Коваль А.Б., Лазарук Ю.В., Ніколаєнко В.А. - № д.р. 0117U001719. - Київ, 2017. 61 с.
6. Juraj Gerlici, Volodymyr Musiiko, Andrii Koval, Volodymyr Nikolaenko, Jurii Lazaruk, Tomas Lack, Kateryna Kravchenko. Experimental analysis of the universal continuous digging machine working processes // Manufacturing technology. Vol. 20, issue 4, 2020. - Pp. 429-435. <https://doi.org/10.21062/mft.2020.066>.
7. Экспериментальные исследования рабочих процессов перспективных землеройных машин с целью определения их основных параметров. Отчет о НИР / Киев. Автом.-дор. ин-т. ; рук. Маевский А.Г. ; исполн.: Мусийко В.Д. [и др.]. – К., 1983. – 146 с. – Библиогр.: с. 144–146. – № ГР 01.84.0000355 – Инв. № 0283.0086514.
8. Определение оптимальных кинематических параметров рабочего процесса и компоновочного решения универсальной роторной землеройной машины. Отчет о НИР / Киев. автом.-дор. ин-т. ; рук. Мусийко В.Д. ; исполн.: Коваль А.Б., Лейченко Ю.Б., Маслов В.Ф., Варфоломеев Ю.М., Юрчиков Б.В., Федорков В.И., Бережнюк В.И. – К., 1987. – 196 с. – № ГР 01.86.0017418; Инв. № 02880051223.

9. Ніколаєнко В.А. Створення мобільної землерийної машини безперервної дії за критерієм динамічної навантаженості. : дис. ... канд. техн. наук 05.05.04. Київ, 2020. – 259 с.
10. Хмара Л.А. Интенсификация рабочих процессов машин для земляных работ. – Днепропетровск: ДИСИ, 1989. – 329 с.
11. S. Kravets, V. Suponyev, A. Goponov, S. Kovalevskyi, A. Koval Determination efficient operating modes and sizes of blades for multi-scraper trench excavators. Eastern-European journal of enterprise technologies. 2020. № 4/1(16). С. 23–28. DOI:10.15587/1729-4061.2020.208957.
12. Мусійко В.Д. Експаватори поздовжнього копання: навч. посібник. – К.: НТУ, ЗАТ “Віпол”, 2008. 240 с.
13. Мусійко В.Д., Коваль А.Б., Лазарук Ю.В. Проблеми, напрямки та перспективи створення і модернізації землерийних машин безперервної дії спеціального призначення : Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. 2021. Вип. № 1 (48). С. 223-232. DOI:10.33744/2308-6645-2021-1-48-223-232.
14. Фізика для бакалаврів. Механіка. URL: <http://physics.zfftt.kpi.ua/mod/book/view.php?id=272&chapterid=692> (Дата звернення: 29.11.2023).
15. Савелов А.А. Плоские кривые. Систематика, свойства, применение. Справочное руководство. Госиздат физ.-мат. литературы, 1960. 296 с.
16. Тютюн Л.А., Тимчишена І.А. Чудові властивості та застосування лемніскати Бернуллі. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/pmovc/pmovc/paper/viewFile/5619/4755>.
17. Mashadi M., Deswita L., Supriya G. Alternative constructs of the lemniscate of bernoulli. Journal of Physics: Conference Series, 2019, Universitas Negeri Padang, Padang City, Indonesia. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1554/1/012071>.
18. Створення траншейно-котлованих універсальних землерийних машин безперервної дії. Звіт про наук. досл. роб. НТУ; кер. Дем'янюк В.А.; вик. Мусійко В.Д. [та ін.]. НТУ, Київ, 2016. № д.р. 0115U002269. 164 с.

INCREASING THE EFFICIENCY AND EXPANDING THE TECHNOLOGICAL CAPABILITIES OF THE UNIVERSAL EARTH-MOVING MACHINERY BY IMPROVING THE KINEMATICS OF THE MOVEMENT OF THEIR OPERATING ELEMENT IN THE SOIL

Volodymyr Musiiko, Doctor of Technical Science, National Transport University, Head of the Department of engineering of transport construction machines, e-mail: musvd48@gmail.com, +380501040262, <https://orcid.org/0000-0001-9983-3296>, SCOPUS id 57221283646

Andrii Koval, PhD (Candidate of Technical Science), Associate Professor, Associate Professor of Department of engineering of transport construction machines, National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: kandr6104@gmail.com, +3805002408947, <https://orcid.org/0000-0003-1295-8200>, SCOPUS id 57220055768

Yuri Lazaruk, Doctor of Philosophy, Deputy Head of Department, Military Unit A4629, e-mail: layuvo@ukr.net, tel. +380975761709, <https://orcid.org/0000-0002-2019-0687>, SCOPUS id 57221291717

Yuri Pasenko, master of Science, graduate student of Department of engineering of transport construction machines, National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: 280bar@gmail.com, tel. +380675022751, <https://orcid.org/0000-0002-2986-8781>

Summary. This article addresses the creation and optimization of designs for Universal Continuous-Action Earthmoving Machines (UCAEM) capable of excavating extensive trenches of various widths, depths, and shapes without structural changes to the operating equipment. The paper provides a detailed rationale for the relevance and practical feasibility of developing continuous-action universal earthmoving machines.

Analytically, the required trajectory of movement for the soil excavation operating element of UCAEM in the process of constructing wide trenches (excavations) in the soil is determined. This trajectory resembles a Bernoulli lemniscate, along which the operating element of UCAEM moves to excavate the soil in evenly thick planar chips. This enables the construction of trenches in the soil with maximum work productivity, minimizing external loads on the earthmoving machine's operating element.

To implement the above, a physical model of the rotary operating equipment of UCAEM was created, and experimental studies were conducted. The design of the UCAEM operating element movement drive is based on a two-circuit lever mechanism with fifth-class rotary pairs, providing the delivery of the soil-excavating operating element to the soil face. Soil excavation is carried out in the mode of fan-linear feed of the operating element to the face. The movement of the operating element in the face is performed by a lever mechanism with three degrees of freedom, each link of the mechanism is provided with an individual turning drive using a pair of hydraulic cylinders relative to the hinge of its attachment.

An algorithm for the operation of the drive for the movement to the face of the two-circuit soil-excavating rotary operating equipment of continuous-action UCAEM has been synthesized, providing soil excavation with chips of uniform thickness in plan, regardless of the width of the trench, and consequently, increasing the productivity of the machine's operation.

Equalization of the chip thickness in plan is achieved by turning the intermediate frame of the operating element at the end of each half-cycle of the working process.

An algorithm for the movement of the operating element during the construction of entry and exit ramps during the construction of trenches in the soil over several passes of the operating element has been justified.

Keywords: universal continuous-action earthmoving machine, operating element, hydraulic drive, soil, trench, algorithm, ramp

References

1. Bykov, A.V. Issledovanye konstruktivno-kinematicheskikh parametrov tsepnobalochnoho rabocheho organa unyversalnoy zemleroynoy mashyny (Investigation of the structural-kinematic parameters of the chain-working apparatus of a universal earthmoving machine. Doct. Diss.) Kyiv, 1986, 205 p. [in Russian].
2. A.s. SSSR, E02 F 5/06. Tsep odnostoronnego szgiba (One-way bend chain) A.A. Kavalero, A.V. Bykov. No. 488036; zajavl. 09.03.1973; opubl. 15.10.1975, Bjul. No. 38. [in Russian].
3. A.s. SSSR, E02 F 5/06. Robochiy organ zemleroynoi mashiny (Operating element of earthmoving machines) A.V. Bykov, A.A. Kavalero, Yu.G. Kotsyuba, B.V. Glazman. No. 613026, zajavl. 04.07.1976; opubl. 30.06.1978, Bjul. № 25 [in Russian].
4. Kudra S.E., Bykov A.V. Tsepno-balochnyy rabochiy organ unyversalnoy zemleroynoy mashyny (Chain-working apparatus of a universal earthmoving machine) Stroitelnye i dorozhnye mashyny ([Building and road machines) Moscow, 1979, No 12, S. 6-7 [in Russian].
5. Musiiko V.D., Koval A.B., Lazaruk Y.V., Nikolaenko V.A. Provedennia tenzometrychnykh vyprobuvan mashyny PZM-3-01 (Conducting of PZM-3-01 mashine strain testing). Kyiv, National Transport University, 2017. 61 p. 7 [in Ukrainian].

6. Juraj Gerlici, Volodymyr Musiiko, Andrii Koval, Volodymyr Nikolaenko, Jurii Lazaruk, Tomas Lack, Kateryna Kravchenko. Experimental analysis of the universal continuous digging machine working processes // Manufacturing technology. Vol. 20, issue 4, 2020. - Pp. 429-435. <https://doi.org/10.21062/mft.2020.066>.
7. Maevskiy A.G., Musiiko V.D. Eksperimentalnye issledovaniya rabochikh protsesov zemleroynykh mashyn s tselyu opredeleyiya ikh osnovnykh parametrov (Experimental research of working processes perspective earthmoving machines to determine their basic parameters). Kiev, Kiev Automobile and Highway Institute, 1983. 146 p. [in Russian].
8. Musiiko V.D., Koval A.B., Leychenko Yu.B., Maslov V.F., Varfolomeev Yu.M., Yurchikov B.V., Fedorkov V.I., Berezhenyuk V.I. Opredelenie optimalnykh kinematicheskikh parametrov rabocheho protsessa i komponovochnogo resheniya universalnoy rotnoy zemleroynoy mashyny (Determination of optimal kinematic parameters of the working process and the layout decision of the multipurpose earth-moving machine). Kiev, Kiev Automobile and Highway Institute, 1987. 196 p. [in Russian].
9. Nikolaenko, V.A. Stvorennia mobilnoi zemleryinoi mashyny bezperervnoi dii za kryteriem dynamichnosyi navantazhenosti. (The mobile continuous action earth-moving machine creation on the dynamic load. Doct. Diss.) Kyiv, 2020. – 259 p. [in Ukrainian].
10. Khmara L.A. Intensifikatsiya rabochikh protsesov mashyn dlya zemlyanykh robot. (Intensification of work processes of earthmoving machines) – Dnepropetrovsk: DISI, 1989. – 329 p. [in Russian].
11. S. Kravets, V. Suponyev, A. Goponov, S. Kovalevskiy, A. Koval Determination efficient operating modes and sizes of blades for multi-scraper trench excavators. Eastern-European journal of enterprise technologies. 2020. № 4/1(16). С. 23–28. DOI:10.15587/1729-4061.2020.208957.
12. Musiiko V. D. Ekskavatory pozdovzhnoho kopannia (Continuous action excavators). Kyiv, “Vipol”, 2008. – 240 p. [in Ukrainian].
13. Musiiko V.D., Koval A.B., Lazaruk Y.V. Problems, directions, and horizons in the creation and modernization of specialized continuously operating earthmoving machines. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2021. – Issue 1 (48). p.p. 223-232 DOI:10.33744/2308-6645-2021-1-48-223-232 [in Ukrainian].
14. Fizyka dlia bakalavriv. Mekhanika. (Physics for bachelors. Mechanics) URL: <http://physics.zfftt.kpi.ua/mod/book/view.php?id=272&chapterid=692> [in Ukrainian].
15. Savelov A.A. Ploskie krivye. Sistematika, svoystva, primenenie. Spravochnoe rukovodstvo. (Flat curves. Systematics, properties, application. Help Guide) Госиздат физ.-мат. литературы. 1960. 296 p. [in Russian].
16. Tiutin L.A., Tymchyshena I.A. Chudovi vlastyvoli ta zastosuvannia lemniskaty Bernylli (Wonderful properties and applications of Bernoulli's lemniscate) URL: <http://physics.zfftt.kpi.ua/mod/book/view.php?id=272&chapterid=692> [in Ukrainian].
17. Mashadi M., Deswita L., Supriya G. Alternative constructs of the lemniscate of bernoulli. Journal of Physics: Conference Series, 2019, Universitas Negeri Padang, Padang City, Indonesia. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1554/1/012071>.
18. Demianiuk V., Musiiko V., Koval A., Vysokovych E., Makii Yu. Stvorennia transheynekotlovannykh universalnykh zemleryinykh mashyn bezperervnoi dii. (Design of the continuously operating trench- and pit digging machines), Kyiv, National Transport University, 2016. 164 p.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ КОНКУРЕНТНИХ ПЕРЕВАГ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ

FEATURES OF THE FORMATION OF COMPETITIVE ADVANTAGES OF ROAD TRANSPORT ENTERPRISES



Гречан Алла Павлівна, доктор економічних наук, професор кафедри економіки, Національний транспортний університет, Київ, Україна, Grechan.ap@gmail.com,

<https://orcid.org/0000-0003-3984-9952>



Білік Володимир Вікторович, аспірант кафедри економіки, Національний транспортний університет, Київ, Україна, vbilik79@gmail.com,

<https://orcid.org/0009-0007-7669-8723>

Анотація. У статті розглядаються ключові аспекти формування конкурентних переваг автотранспортними підприємствами. Зокрема, досліджуються особливості, які визначають успішність і стійкість автотранспортних компаній на ринку транспортних послуг.

Мета статті полягає у розкритті ключових факторів, які, враховуючи особливості галузі, забезпечують формування конкурентних переваг автотранспортними підприємствами.

Авторами обґрунтовано основні властивості конкурентних переваг підприємств (відносна ефективність, унікальність, стійкість) і узагальнено систему факторів, які здійснюють на них вплив. Фактори представлено з розподілом на зовнішні і внутрішні, а також в залежності від результату впливу – формування стійких або тимчасових переваг.

Визначено і охарактеризовано сучасні напрями формування конкурентних переваг підприємствами автомобільного транспорту, до яких віднесено: ефективний парк транспортних засобів, професійний персонал ефективна логістика, сучасні інформаційні технології, гнучки тарифи та послуги, розвиток партнерських відносин, маркетинг та брендинг, висока якість обслуговування, екологічна стійкість, інноваційна активність.

Зазначено важливу роль інфраструктури, технологій, ефективності управління та стратегій розвитку в контексті формування конкурентних переваг.

Стаття надає практичні поради для автотранспортних підприємств щодо оптимізації бізнес-процесів, адаптації до змін в регулюванні та впровадженні інновацій, які сприяють підвищенню ефективності та зміцненню їхньої конкурентоспроможності.

Ключові слова: конкуренція, конкурентні переваги, автотранспортні підприємства, ринок транспортних послуг.

Вступ. Постановка проблеми.

Формування конкурентних переваг підприємств автомобільного транспорту в сучасних умовах виконує домінуючу роль, оскільки дозволяє суб'єктам господарювання успішно конкурувати на ринку транспортних послуг і забезпечує їх сталий розвиток у стратегічній перспективі. Цей процес набуває більшого значення в результаті зростання впливу факторів невизначеності та мінливості в бізнес-середовищі і залежить від багатьох чинників, дослідження яких потребує комплексного підходу.

Мета статті полягає у розкритті особливостей формування конкурентних переваг автотранспортними підприємствами з виділенням ключових факторів, які впливають на їх успішність і стійкість на ринку транспортних послуг.

Виклад основного матеріалу. Враховуючи глобалізаційні тенденції розвитку світової економіки та появу нових умов господарювання, таких як діджиталізація та інтеграція, здатність підприємств адаптуватися до змін навколишнього середовища буде посилюватись і надалі. Тому такі переваги, як гнучкість, динамічні можливості, організаційні цінності носитимуть провідний адаптивний характер. За таких умов, розвиток стратегічного потенціалу підприємства, пошук можливих варіантів його ефективного використання, створення нових конкурентних переваг стає вирішальним фактором успіху у жорсткій конкурентній боротьбі як на внутрішніх, так і на зовнішніх ринках.

Базою для оцінки конкурентних переваг виступають цілі підприємства і завдання, які необхідно вирішувати для їх досягнення. Вони мають відповідати реальним умовам зовнішнього середовища і бути якісно виконаними. Структурні і функціональні зміни, які здійснюються на підприємстві для адаптації до зовнішніх викликів, спрямовані на приведення основних компетенцій у відповідність з непередбачуваними і мінливими умовами зовнішнього середовища підприємства. Виявлення таких змін і роботу з управління змінами зазвичай називають розвитком на основі конкурентних переваг. Процес розвитку дозволяє формувати потенціал підприємства, під яким зазвичай розглядають сукупність ресурсів, що підприємство використовує для вирішення поставлених цілей і завдань. І конкурентні переваги, і потенціал спрямовані на досягнення результатів у процесі діяльності та сталого розвитку підприємства.

Вплив множини факторів на формування конкурентних переваг підприємства є багатоаспектним і різноплановим, і характеризується прямою і опосередкованою дією на формування стійкості, унікальності та відносної ефективності [1]. Отже, до основних властивостей конкурентних переваг підприємств можна віднести:

1) відносна ефективність – ефективність конкурентних переваг розглядається у співвідношенні з конкурентами в конкурентному середовищі (галузевому або географічному), оскільки припускає порівняння результатів діяльності підприємства з діяльністю конкурентів;

2) унікальність – формування конкурентних переваг обумовлюється використанням рідкісних ресурсів, організаційних та динамічних можливостей, які одночасно не можуть бути реалізовані іншими підприємствами-конкурентами;

3) стійкість – проявляється через набуття підприємством цінності та значимості, яка заснована на особливому поєднанні ресурсів і здібностей, що ускладнює процес її копіювання та адаптації підприємствами-конкурентами протягом тривалого часу.

4) інноваційність – полягає у здатності підприємств впроваджувати новаторські технології, стратегії або підходи, які роблять його продукт чи послугу унікальними, більш ефективними та конкурентоздатними на ринку.

Вважаємо, що саме інноваційність в сучасних умовах є не тільки властивістю, але й інструментом формування конкурентних переваг: активне впровадження інновацій (новаторські технології, інноваційність товару, стратегічні партнерства та співпраця, гнучкі бізнес-моделі та ін) дозволяє підприємствам швидко адаптуватися до змін, створювати нові можливості та залишатися конкурентоспроможними у динамічному зовнішньому середовищі.

Узагальнюючи і доповнюючи доробки науковців [2, 3, 4, 5, 6], на рис.1 представлено запропоновану схему факторів, які здійснюють вплив на формування конкурентних переваг підприємства.

Особливості створення конкурентних переваг автотранспортними підприємствами обумовлені специфікою галузі транспорту, яка відображається на відмінностях конкуренції на ринку транспортних послуг. До найважливіших особливостей можна віднести:

- залежність від інфраструктури;
- висока мінливість і сезонність;
- державне регулювання і ліцензування діяльності;
- ризики аварійності і необхідність страхування;
- екологічні аспекти та ін.

Формування конкурентних переваг автотранспортних підприємств, враховуючи ці особливості, дозволяє не тільки створити нові моделі ведення бізнесу, але й забезпечити його розвиток у конкурентній боротьбі на внутрішньому і міжнародному ринках.

На рис. 2 наведено основні напрями формування конкурентних переваг підприємств автомобільного транспорту.

Одним із визначальних напрямів формування конкурентних переваг підприємств автомобільного транспорту є створення ефективного транспортного парку: перевізники повинні мати сучасні, надійні, економічні транспортні засоби. Це передбачає регулярне оновлення рухомого складу для забезпечення безпечного і надійного перевезення, а також зменшення витрат на паливо і обслуговування.

Конкурентні переваги залежать від кваліфікації і професіоналізму працівників, що передбачає навчання водіїв, логістів, технічного персоналу, а також підтримку високого рівня безпеки на дорогах.

Управління ланцюгом поставок і логістикою відіграє ключову роль на автотранспортних підприємствах: оптимізація маршрутів, управління запасами, дотримання термінів постачання можуть знизити витрати і покращити обслуговування клієнтів.

Використання сучасних інформаційних технологій (наприклад, GPS, системи моніторингу і управління транспортним парком) дозволяє оптимізувати процеси і підвищити ефективність діяльності суб'єктів господарювання на ринку транспортних послуг.

Одним із важливих напрямів формування конкурентних переваг автотранспортними підприємствами є екологічна стійкість: дотримання екологічних стандартів і впровадження технологій, які знижують шкідливі викиди, може залучити додаткових клієнтів і формуванню сприятливого іміджу підприємства. [7]



Рисунок 1 – Фактори впливу на формування конкурентних переваг підприємства
 Figure 1 – Factors influencing the formation of competitive advantages of the enterprise



Рисунок 2 – Особливості формування конкурентних переваг автотранспортними підприємствами

Figure 2 – Peculiarities of the formation of competitive advantages by motor transport enterprises

Також розширенню сегменту на ринку транспортних послуг сприяє запровадження ефективної цінової політики: застосування гнучких тарифів, багатоваріантність транспортних послуг все більше б задовольняли потреби різноманітних споживачів (наприклад, спеціалізовані послуги, знижки інші заходи).

Встановлення довгострокових договірних відносин з клієнтами, постачальниками, іншими стейкхолдерами ринку може забезпечити стабільність замовлень і взаємовигідне стратегічне співробітництво, що дозволить підприємствам підвищити стійке положення на ринку і сприятиме формуванню довгострокових стратегічних горизонтів.

До дієвих сучасних напрямів формування конкурентних переваг підприємств необхідно віднести маркетинг і брендинг: створення потужного бренду і ефективних маркетингових стратегій допоможе надавачам автотранспортних послуг яскраво вирізнитися на ринку і залучити все більше клієнтів [8].

Обслуговування клієнтів на високому рівні, забезпечення вчасної доставки, відповідь на нові уподобання і вирішення проблем – все це підвищує якість обслуговування і сприяє не тільки утриманню наявних замовників, але й дозволяє розширити коло споживачів транспортних послуг.

Розвиток сучасного бізнесу неможливий без активного і безперервного впровадження інновацій: постійне прагнення до вдосконалення і інноваціям може допомогти підприємствам швидше адаптуватися до динамічних змін, щоб залишатися конкурентоспроможними.

Висновки. Отже, формування конкурентних переваг підприємствами автомобільного транспорту потребує постійного моніторингу ринку, аналізу конкурентів і адаптації до зміни умов, щоб забезпечити стабільний розвиток і лідерство на ринку. Тільки завдяки конкурентним перевагам підприємства отримують унікальні можливості, які відкривають їм доступ до нових ринків, створюючи принципово нові моделі ведення бізнесу, що дозволяє їм досягти успіху.

Перелік посилань

1. Іванов Ю.Б. Конкурентні переваги підприємства: оцінка, формування та розвиток: монографія. Х.: ІНЖЕК, 2018. - 352 с.
2. Wang H. Theories for competitive advantage. In H. Hasan (Eds.), Being Practical with Theory: A Window into Business Research (pp. 33-43). Wollongong, Australia: THEORI, 2014.
3. Terzieva R.G. TYPES OF COMPETITIVE ADVANTAGES. Scientific Vector of the Balkans, 4(8), 2020 DOI:10.34671/SCH.SVB.2020.0402.0011.
4. Prahalad C.K., Hamel G. The core competence of the corporation. Harvard Business Review, vol. 68, no.3, 2019, pp.79-91.
5. Heymann E., Vetter S. Europe's re-industrialisation. EU Monitor. EU Integration. Frankfurt am Main: Deutsche Bank AG, 2013. Pp. 1–23.
6. Пилипенко А. В., Артеменко Л. П. Формування стратегічних конкурентних переваг підприємства в кризових умовах. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <file:///C:/Users/%D0%9F%D0%9A/Downloads/279694-%D0%A2%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%96-644831-1-10-20230519.pdf> (Дата звернення: 23.10.2023)
7. Компанець К., Ільченко В., Хобта М. Застосування системного аналізу в дослідженні ризиків природоохоронної діяльності автотранспортних підприємств //Наукові інновації та передові технології. – 2022. – №. 2 (4).
8. Медведкова І. І. Брендинг як фактор забезпечення конкурентоспроможності підприємства [Електронний ресурс]. Режим доступу: [http://ird.gov.ua/sep/sep20171\(123\)/sep20171\(123\)015LarinaY,MedvedkovaI.pdf](http://ird.gov.ua/sep/sep20171(123)/sep20171(123)015LarinaY,MedvedkovaI.pdf) (Дата звернення: 20.10.2023)

FEATURES OF THE FORMATION OF COMPETITIVE ADVANTAGES OF MOTOR TRANSPORT ENTERPRISES

Alla Grechan, Doctor of Economics, National Transport University, Kyiv, Ukraine, Grechan.ap@gmail.com, orcid.org/ 0000-0003-3984-9952

Volodymyr Bilik, Graduate student of the Department of Economics of the Faculty of Economics and Law, National Transport University, Kyiv, Ukraine, vbilik79@gmail.com, orcid.org/0009-0007-7669-8723

Abstract.. The article considers the key aspects of the formation of competitive advantages by motor transport enterprises. In particular, the features that determine the success and sustainability of motor transport companies on the market of transport services are investigated.

The purpose of the article is to reveal the key factors that, taking into account the specifics of the industry, ensure the formation of competitive advantages by motor transport enterprises.

The authors substantiated the basis of the properties of competitive advantages of enterprises (relative efficiency, uniqueness, sustainability) and summarized the system of factors that influence them. The factors are presented with a division into external and internal, as well as depending on the result of the impact - the formation of permanent or temporary advantages.

The modern trends in the formation of competitive advantages by road transport enterprises are defined and characterized, which include: an efficient fleet of vehicles, professional staff, efficient logistics, modern information technologies, flexible tariffs and services, the development of partnership relations, marketing and branding, high quality of service, environmental sustainability, innovative activity.

The important role of infrastructure, technologies, management efficiency and development strategies in the context of the formation of competitive advantages is indicated.

The article provides practical advice for motor transport enterprises on optimizing business processes, adapting to changes in regulation and implementing innovations that contribute to increasing efficiency and strengthening their competitiveness.

Key words: competition, competitive advantages, motor transport enterprises, market of transport services.

References

1. Ivanov Y.B. Konkurentni perevahy pidpryyemstva: otsinka, formuvannya ta rozvytok: monohrafiya. [Competitive advantages of the enterprise: assessment, formation and development: monograph.]. KH.: INZHEK, 2018. - 352 s. [in Ukrainian].
2. Wang H. Theories for competitive advantage. In H. Hasan (Eds.), Being Practical with Theory: A Window into Business Research (pp. 33-43). Wollongong, Australia: THEORI, 2014. [in English].
3. Terzieva R.G. Types of competitive advantages. Scientific Vector of the Balkans, 4(8), 2020 DOI:10.34671/SCH.SVB.2020.0402.0011. [in English].
4. Prahalad C.K., Hamel G. The core competence of the corporation. Harvard Business Review, vol. 68, no.3, 2019, pp.79-91. [in English].
5. Heymann E., Vetter S. Europe's re-industrialisation. EU Monitor. EU Integration. Frankfurt am Main: Deutsche Bank AG, 2013. Pp. 1-23. [in English].
6. Pylypenko A. V., Artemenko L. P. Formuvannya stratehichnykh konkurentnykh perevah pidpryyemstva v kryzovykh umovakh. [Formation of strategic competitive advantages of the enterprise in crisis conditions.]. [Elektornyy resurs]. Rezhym dostupu: <file:///C:/Users/%D0%9F%D0%9A/Downloads/279694-%D0%A2%D0%B5%D0%BA%1%96-644831-1-10-20230519.pdf> (Last accessed: 23.10.2023)
7. Kompanets' K., Il'chenko V., Khobta M. Zastosuvannya systemnoho analizu v doslidzhenni ryzykiv pryrodokhoronnoyi diyal'nosti avtotransportnykh pidpryyemstv [Application of system analysis in the study of environmental risks of motor vehicle enterprises]. Naukovi innovatsiyi ta peredovi tekhnolohiyi. – 2022. – №. 2 (4). [in Ukrainian].
8. Medvedkova I. I. Brendynh yak faktor zabezpechennya konkurentospromozhnosti pidpryyemstva [Branding as a factor in ensuring the competitiveness of the enterprise]. [Elektornyy resurs]. Rezhym dostupu: [http://ird.gov.ua/sep/sep20171\(123\)/sep20171\(123\)015LarinaY,MedvedkovaI.pdf](http://ird.gov.ua/sep/sep20171(123)/sep20171(123)015LarinaY,MedvedkovaI.pdf). [in Ukrainian]. (Last accessed: 20.10.2023)

УДК 330.322
UDC 330.322

DOI:10.33744/0365-8171-2023-114.2-252-260

**ФОРМУВАННЯ БІЗНЕС-КУЛЬТУРИ, ЯК ЗАСОБУ ДОСЯГНЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ
ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДПРИЄМНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ**

**FORMATION OF BUSINESS CULTURE AS A MEANS OF ACHIEVING ECONOMIC
EFFICIENCY OF ENTREPRENEURIAL ACTIVITY**



Швець Людмила Василівна, кандидат економічних наук, доцент, професор кафедри економіки, Національний транспортний університет, м.Київ, Україна, e-mail: lvshvets202020@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-4545-4252>



Дудка Тамара Вікторівна, доцент, доцент кафедри економіки, Національний транспортний університет, м.Київ, Україна, e-mail: tvdudka@meta.ua

<https://orcid.org/0000-0002-1529-8204>



Кривошеєва Світлана Вікторівна, старший викладач кафедри економіки, Національний транспортний університет, м.Київ, Україна, e-mail: svitlana.kryvosheieva.ntu@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-9779-8746>



Півненко Юлія Сергіївна, кафедра економіки, Національний транспортний університет, м. Київ, Україна, e-mail: pivnenkoulia10@gmail.com,

<https://orcid.org/0009-0001-2984-1343>



Михайлюк Аліна Миколаївна, студентка кафедри економіки, Національний транспортний університет, м.Київ, Україна, e-mail: alinamihajluk880@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0008-1635-0562>

Анотація. У статті досліджено сутність та особливості бізнес-культури як засобу досягнення економічної ефективності підприємницької діяльності.

Об'єкт дослідження – бізнес-культура як частина нематеріальної економіки яка визначає взаємостосунки в бізнес-середовищі на основі трудових загально-корпоративних, національних цінностей.

Мета дослідження – вивчення особливостей формування бізнес-культури для досягнення економічної ефективності підприємницької діяльності.

Метод дослідження – аналітичний.

Бізнес-культура - це система цінностей та пріоритетів підприємства щодо поведінки його на ринку, взаємовідносин з членами трудового колективу, споживачами, постачальниками та з іншими суб'єктами господарювання. Складовими бізнес-культури є поверхнева культура, еталонні та світосприйнятні цінності.

Виробнича діяльність будь-якого працівника організації нерозривно пов'язана з дотриманням ним етичних норм, правил поведінки та взаємовідносин зі своїм зовнішнім оточенням. Дотримання етики ділових стосунків є одним із основних критеріїв професіоналізму як окремого співробітника, так і організації в цілому. Культура підприємництва визначає спосіб спілкування бізнесмена зі своїми клієнтами, партнерами, підлеглими та іншими особами в процесі здійснення власної справи.

Проведене дослідження доводить, що бізнес-культури, є частиною нематеріальної економіки, яка визначає взаємостосунки в бізнес-середовищі на основі трудових, загально-корпоративних, національних цінностей і спроможна впливати на успішність та розвиток суб'єкта господарювання, і підвищення ефективності підприємницької діяльності.

Ключові слова: бізнес-культура, корпоративна культура, бізнес середовище, культура підприємництва, підприємець, підприємницька діяльність, моноактивні, поліактивні.

Постановка проблеми. Сучасна підприємницька діяльність може ефективно здійснюватись і розвиватись за умов належного дотримання вимог не тільки економічного, а й соціально-духовного та політичного характеру. Як свідчить досвід країн з розвиненою ринковою і соціально спрямованою економікою, протягом останніх років триває широка дискусія з питань культури підприємництва як в теорії, так і в практиці господарювання. В поняття "підприємницька культура" вкладають неоднаковий зміст, але вихідною позицією неодмінно залишається уявлення про культурний світ як про світ людської гідності. Вчені та економісти, які досліджують питання бізнес-культури стверджують, що вона здійснює потужний вплив на різні сфери діяльності підприємства, зокрема, на виробничі показники і ефективність підприємства як в короткостроковій, так і в довгостроковій перспективі, результативність найманих працівників, продуктивність праці та, як наслідок - стан добробуту суспільства

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням впливу бізнес-культури, її мети та ролі для забезпечення стабільності та процвітання людства у майбутньому, доцільністю даних заходів займалися як зарубіжні, так і вітчизняні вчені. Важливе місце займають роботи з економічної етики, присвячені різним аспектам економічного розвитку, співвідношенню моралі і економічної культури таких авторів, як М. Вебер, В. Зомбарт, О. Кабачек, П. Козловський, М. Корягіна, С. Логіновський, Н. Макашева, Е. Михайлова, М. Олсон, А. Ріх, А. Сіно, І. Устіян, Тягунова Н. М., Грищенко І. М., Хміль Ф.І., Князь С. В., Кругул Ю. І., Захарчин Г.М., Роженко О.В. Однак, доцільно узагальнити усі вказані дослідження щодо розуміння сутності корпоративної, організаційної та бізнес - культури, і визначити вплив бізнес культури на підвищення економічної ефективності діяльності підприємства.

Виклад основного матеріалу. Об'єктом дослідження даного питання є бізнес-культура[7], як частина нематеріальної економіки яка визначає взаємостосунки в бізнес-середовищі на основі трудових загально-корпоративних, національних цінностей і спроможна впливати на успішність та розвиток суб'єкта господарювання. Основну увагу слід зосередити на зовнішньому складнику – національних особливостях. Бізнес-культура є свого роду зовнішньою оболонкою середовища функціонування підприємства, на яку впливають національні особливості країни та особливості ведення бізнесу у визначеному регіоні. Вони доповнюються внутрішньою складовою – корпоративною та організаційною культурою. Отже, бізнес-культура є дещо ширшим поняттям ніж корпоративна та організаційна культура, але, загалом, вона формує єдине ціле – культуру ведення бізнесу. Вченими було проведено багаторічні дослідження в результаті яких було виявлено два основних параметри, які застосовуються для визначення типу корпоративної культури компанії незалежно від типу організації, розміру або галузі. Зокрема – тип культури, зорієнтований на взаємодію людей і тип культури, зорієнтований на те, як люди реагують на зміни.

Власне розуміння культури компанії вимагає визначити, в якому діапазоні знаходиться підприємство між цими двома вимірами. Вимір «Як люди взаємодіють» передбачає орієнтацію організації на взаємодію та координацію людей та дозволяє оцінити рівень компанії від високо незалежних до дуже взаємозалежних. Вимір «Як люди реагують на зміни» передбачає два рівні культури, такі як ті, що надають перевагу стабільності та ті, що підкреслюють гнучкість, сприйнятливості до змін. Необхідними рисами культури підприємництва є правильне планування своєї діяльності, належне відношення до помилок підлеглих, уміння давати доручення, коректне психологічне ставлення до підлеглих, створення сприятливої репутації своїй фірмі (public relation).[2]

У діловому світі досить широко використовуються так звані PR- послуги – публік релейшнз (англ. Public Relations), які полягають у формуванні громадської думки (іміджу) щодо тих чи тих фірм, через організацію рекламної діяльності, публікації в пресі, виступи по радіо і телебаченню, виставки, ярмарки, презентації та інші заходи.

Головною метою публік релейшнз у сфері бізнесу завжди є формування іміджу фірми (підприємства, організації) як надійного партнера, постачальника високоякісних і потрібних товарів на вітчизняний і світовий ринки.

Бізнес-культура є засобом досягнення успіху підприємницької діяльності. Ці питання актуальні, з огляду на сучасну ситуацію, етичні проблеми бізнесу, формування бізнес-культури на підприємстві, для досягнення успіху та особистої кар'єри. Підприємницька діяльність регулюється комплексом норм законодавства (трудового, господарського тощо). Проте далеко не всі норми можуть бути строго (точно, достатньо, достатньо повно) сформульовані. У практичній діяльності підприємця великого значення набувають неформальні контакти між бізнесменами, створення особливої атмосфери довіри, чесності та порядності у ділових стосунках, вірність слову, поважання культури і традицій, тобто тих неписаних правил поведінки і дій, котрі становлять суть поняття "етика підприємництва". Без чесності і порядності в системі відносин між фірмами, банками та окремими фізичними особами ефективна і тривала підприємницька діяльність просто неможлива. Етика підприємництва означає здійснення господарської діяльності фірми, її керівництва, окремого підприємця відповідно до етичних, тобто ціннісних (духовних) критеріїв поведінки, соціально відповідальних дій у дусі того культурного середовища, до якого підприємець тяжіє.

Як свідчить досвід країн з розвинутою ринковою і соціально спрямованою економікою, протягом останніх років триває широка дискусія з питань культури підприємництва як в теорії, так і в

практиці господарювання. В поняття "підприємницька культура" вкладають неоднаковий зміст, але вихідною позицією неодмінно залишається уявлення про культурний світ як про світ людської гідності.

Культура підприємництва має привертати увагу передовсім до етичного та поведінкового начал у діяльності підприємця. Вона є важливим чинником гуманізації сучасного бізнесу. Однак це залежить від того, яке місце у підприємницькій діяльності займатимуть традиційні й набуті цінності й навички. Підприємницька культура охоплює широкий спектр питань ділової етики та етикету.

Бізнес-культура - це система цінностей та пріоритетів підприємства щодо поведінки його на ринку, взаємовідносин з членами трудового колективу, споживачами, постачальниками та з іншими суб'єктами господарювання.

Бізнес-культура підприємства не є сталою, з часом традиційні цінності доповнюються і замінюються новими. Якщо раніше пріоритетом провадження підприємницької діяльності вважали максимізацію прибутку, то в сучасних умовах це розглядається у взаємозв'язку з соціальними та екологічними аспектами. Якщо узагальнити наукову літературу із цієї проблематики, то можна зробити висновок, що найчастіше дослідники звернувшись до таких понять, як «організаційна», «корпоративна» культура та «бізнес-культура», ототожнюють їх.

Світосприйнятні цінності підприємства формуються вищим керівництвом, адже саме їх схвальні або заперечні відгуки на відповідну поведінку та інформацію відображають уявлення щодо визначення добра, істини та розумних речей. Це повинно підвищити ефективність підприємницької діяльності. Якщо узагальнити наукову літературу із цієї проблематики, то можна зробити висновок, що найчастіше дослідники звернувшись до таких понять, як «організаційна», «корпоративна» культура та «бізнес-культура», ототожнюють їх. Бізнес-культуру дослідники визначають як частину нематеріальної економіки, яка визначає взаємостосунки в бізнес-середовищі на основі трудових загально-корпоративних, національних цінностей і спроможна впливати на успішність та розвиток суб'єкта господарювання. Бізнес-культура є свого роду зовнішньою оболонкою середовища функціонування підприємства, на яку впливають, національні особливості країни та особливості ведення бізнесу у визначеному регіоні та доповнюється внутрішньою складовою - корпоративною та організаційною культурою. Отже, бізнес-культура є дещо ширшим поняттям ніж корпоративна та організаційна культура, але, загалом, вони формують єдине ціле – культуру ведення бізнесу.

Слід відзначити, що бізнес-культури різних країн мають свої особливості та унікальні риси. Їх доцільно вивчати для того, щоб досягти успіху підприємства у своїй діяльності на міжнародному ринку. Незалежно від сектора, в якій воно працює, культурні відмінності матимуть прямий вплив на прибутковість підприємства.

Підвищення рівня знань, про міжнародні культурні відмінності в бізнесі, може допомогти у формуванні міжнародних компетенцій, а також у наданні можливості отримати конкурентну перевагу. Перед початком здійснення маркетингової кампанії, завжди необхідно провести дослідження для визначення цільової аудиторії, враховуючи погляди майбутніх клієнтів та ідеологічні риси наявної бізнес- культури.

Цікавим є підхід Р.Д. Льюїса, який виділив 3 типи бізнес-культур – моноактивні; – поліактивні; – реактивні.

«Моноактивні» типи народів мають врівноважений характер, терплячі, віддані своїй справі, систематично планують майбутнє, працюють в жорстко фіксований час, пунктуальні, охоче підкоряються графікам і розкладам, ретельно додержуються плану роботи, точно дотримуються фактів, надають перевагу інформації з офіційних джерел. В межах моноактивних бізнес культур

виділяють культуру Північної та Центральної Європи. Ці народи дуже акуратні, пунктуальні, неохочі до прояву емоцій в ділових стосунках, цінують працю понад усе. Ось чому ділові відносини цих народів з нашою країною дуже ускладнені. Народи Європи є інтровертами, а, отже, мають врівноважений характер, систематично планують майбутнє, працюють у чітко визначені години, користуються інформацією із достовірних джерел, перевагу надають фактам та логіці у діловому спілкуванні. Але деякі негативні риси, особливо приховане неприйняття іноземної культури ділового спілкування і неохильність підлаштовуватись під манеру цього спілкування, заважають успішному веденню справ. У діловій комунікації використання емоцій, жвавих жестів або дотиків, зазвичай, не вітається. До цієї групи народів належать також американці та канадці.

«Поліактивні» типи на відміну від моноактивних – імпульсивні, емоційні, нетерплячі. В межах цього типу бізнес-культури виділяють культуру Південної Європи. За психологічним типом ці народи є екстравертами, вони компанійські, люблять спілкуватися і під час переговорів більше покладаються на свою красномовність і вміння переконувати. Вони не дуже прискіпливі до чіткого дотримання пунктів угоди. Розуміння важливості розвитку особистих стосунків з діловими партнерами, контакти з потрібними людьми в компанії та підтримка міцних зв'язків з діловими партнерами – це всі складові, які вважаються необхідними для успішного бізнес-середовища. Люди, як правило, теплі та відкриті для спілкування з іноземними громадянами у бізнесі. Культура в цьому регіоні орієнтована на сім'ю, люди насолоджуються активними заняттями дозвіллям та уважно стежать за традиціями. Підприємства, як правило, мають традиційну та ієрархічну структуру. Використання жестів є загальноприйнятим у всіх цих країнах, але певні жести та мова тіла мають різні значення. Поліактивними є народи не лише Середземноморської Європи (португальці, іспанці, греки, італійці), але і латиноамериканці, африканці, араби, пакистанці та індійці.

«Реактивні» типи мовчазні, терплячі, шанобливі, вміють добре слухати, дотримуються гнучкого графіку роботи, пунктуальні, уважні, незворушні під час ділової бесіди, планують і приймають рішення повільно, уникають конфронтації під час ділових переговорів. Найхарактернішими представниками цієї групи є японці, китайці, корейці, в'єтнамці, малайці, а в Європі – фіни. Це переважно інтровертні народи, орієнтовані на збереження поваги.

Окремо слід виділити «проміжний» тип бізнес-культури, у якій значне місце належить культурі Східної Європи і його представникам, зокрема українцям. Східні та південні слов'яни ближчі до поліактивних культур, а західні ближчі до моноактивних. Наші народи довгий час жили в умовах тоталітарного режиму і це вплинуло на формування ментальності. Визначальною рисою проміжного типу бізнес-культури є готовність укладати найсміливіші проекти, не приділяючи уваги деталям. Представники цієї бізнес-культури часто не звертають уваги на зовнішні та внутрішні умови співпраці, але не обов'язковість виконання угод у зазначені строки заважає успішному веденню справ [6].

Філософією підприємництва є вільний індивідуалізм, основною рисою якого є забезпечення розквіту за рахунок власних зусиль, але це не суперечить інтересам суспільства. Підприємство формує навколо себе певне середовище, в якому стверджується повага до особистості як такої; повною мірою реалізується природне честолюбство людини, її прагнення до самореалізації та самоствердження, що дає змогу вивільнити творчий потенціал, надає сферу діяльності, сферу прикладання своїх зусиль і виступає як тип господарювання [1].

Підприємництво – якісно новий ефективний тип ведення господарства [9]. Воно потребує прогресивних способів, прийомів, методів. Підприємництво є інструментом участі людини в економічному житті суспільства, створенні національного продукту, є джерелом натхнення для

мільйонів громадян і забезпечує матеріальну основу їх існування. Більшість країн світу розглядає підприємництво як рушійну силу сталого економічного розвитку, як найважливіший чинник зайнятості, як джерело добробуту нації.

Підприємництво стане ефективним, коли його управлінський персонал, керівник будуть професійно підготовлені до пошуку оптимальних варіантів здійснення підприємницької діяльності. Для цього треба вміти планувати діяльність своєї фірми, прагнути оволодіти якомога більшим обсягом інформації, розумно ризикувати. Крім того, підприємець повинен орієнтувати діяльність своєї фірми на задоволення потреб споживачів, підвищувати якість продукції, послуг, робіт, що надаються та виконуються відповідно до чинного законодавства.

Важливу роль у функціонуванні підприємства, фірми відіграє культура підприємництва. Вона не тільки забезпечує високий престиж підприємству, й сприяє підвищенню ефективності виробництва, поліпшенню якості продукції і послуг, а отже, й збільшенню прибутків [4].

Культура організації підприємницької діяльності визначає клімат, стиль взаємовідносин, цінності підприємства. Будь-яка, нова організаційна структура виробляє свою культуру, що визначає місце цієї структури, її внутрішні і зовнішні відношення і є ніби зразком, стереотипом при формуванні стратегії, розподілі влади, прийнятті рішень, при поведженні персоналу. Сутність культури даної організації виражається в розпорядженнях, прийнятих ритуалах і церемоніях, а також, у зразках неформального поведіння. Культура підприємництва – це система правил і норм діяльності, звичаїв і традицій, різноманітних інтересів, особливостей поведінки працівників даного підприємства, стилю керівництва, задоволеність працівників умовами праці, рівень співпраці та перспективи розвитку. Вона не тільки забезпечує високий престиж підприємству, а й сприяє підвищенню ефективності виробництва, поліпшенню якості товарів та послуг і отже, збільшенню доходів.

Виробнича діяльність будь-якого працівника організації нерозривно пов'язана з дотриманням ним етичних норм, правил поведінки та взаємовідносин зі своїм зовнішнім оточенням (керівниками, колегами, підлеглими, клієнтами і партнерами). Дотримання етики ділових стосунків є одним із основних критеріїв професіоналізму як окремого співробітника, так і організації в цілому. Культура підприємництва визначає спосіб спілкування бізнесмена зі своїми клієнтами, партнерами, підлеглими та іншими особами в процесі здійснення власної справи. Культура підприємця відображає відповідну сукупність правил, вимог, знань та вмінь поводитися в бізнесі.

Для підвищення культури підприємництва на належний рівень необхідно вивчити механізми взаємодії окремих елементів, існуючий між ними зв'язок, їх взаємовплив. При цьому слід проаналізувати, чи не застаріли уявлення про цінності, які принесли успіх підприємству, чи слід їх поновити. Зміни в культурі підприємництва відбувається відповідно до нових уявлень про цінності. Основні чинники, що впливають на культуру підприємства: цілі підприємства; основні його цінності й ідеї; прийняті на підприємстві стандарти і правила; діючі і неформальні канали комунікації та ін. Елементи підприємницької культури формуються як під впливом досвіду діяльності підприємства, так і в результаті установок його лідерів [7].

Особливо важливе значення має раціональне використання людських ресурсів в організації функціонування підприємницької діяльності. Рішення важливих проблем інноваційного, економічного і соціального розвитку країни неможливе без організації принципово нових ринкових відносин між діловими партнерами, удосконалення методів керівництва, зміни стилю господарювання, психології мислення керівників, розширення та поглиблення демократії, подальшого поліпшення дисципліни, підвищення відповідальності персоналу всіх ланок виробництва та управління [5].

Висновок. Таким чином, можна зробити висновок, що бізнес-культура - це система цінностей та пріоритетів підприємства щодо поведінки його на ринку, взаємовідносин з членами трудового колективу, споживачами, постачальниками та з іншими суб'єктами господарювання. Складовими бізнес-культури є поверхнева культура, еталонні та світосприйнятні цінності. Бізнес-культура є засобом досягнення успіху підприємницької діяльності. Ці питання актуальні, з огляду на сучасну ситуацію, етичні проблеми бізнесу, формування бізнес-культури на підприємстві, для досягнення успіху та особистої кар'єри. Підприємницька діяльність регулюється комплексом норм законодавства (трудового, господарського тощо). Необхідними рисами культури підприємництва є правильне планування своєї діяльності, належне відношення до помилок підлеглих, уміння давати доручення, коректне психологічне ставлення до підлеглих, створення сприятливої репутації своїй фірмі (public relation). Не дивлячись на те, що зараз військовий час, Україна теж досягла певних успіхів.

Сформована підприємницька культура допомагає не тільки нарощувати прибуток, але і зберегти клієнтів. За підрахунками спеціалістів, утримати старих партнерів в п'ять разів дешевше, ніж завоювати прихильність нових. Підприємець завжди повинен орієнтуватися на споживача. Тому ще до вкладення інвестицій в основний капітал необхідно витрачати чимало грошей, часу і сил на формування етики, культури компанії і відповідну підготовку її працівників.

Таким чином поняття бізнес-культури, є частиною нематеріальної економіки, яка визначає взаємостосунки в бізнес-середовищі на основі трудових, загально- корпоративних, національних цінностей і спроможна впливати на успішність та розвиток суб'єкта господарювання, і підвищення ефективності підприємницької діяльності.

Перелік посилань

1. Тягунова Н. М. Підприємництво і бізнес-культура. Кредитно- модульний курс : навч. посіб. / Н. М. Тягунова, О. А. Спориш. – К. : Центр учбової літератури, 2014. – 118 с.
2. Грищенко І. М. Підприємницький бізнес: Підруч. для студентів ВНЗ / І. М. Грищенко. – К.: Грамота, 2016. – 519 с.
3. Хміль Ф. І. Основи менеджменту: Підручник. К.: Академвидав, 2003. – 608 с.
4. Князь С. В. Підприємництво, торгівля та біржова діяльність: організаційно-методичні аспекти: навч. посіб. / С. В. Князь, Н. П. Яворська; Нац. ун-т «Львів. політехніка». – Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2016. – 103 с.
5. Крегул Ю. І. Правове регулювання безпеки підприємницької діяльності: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Ю. І. Крегул, М. І. Зубок; Київ. нац. торг.-екон. ун-т. – К.: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2013. – 215 с.
6. Підприємництво і бізнес-культура : курс лекцій / М-во освіти і науки України, Донец. нац. ун-текономіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського, каф. підпр. і торгівлі ; О. В. Роженко. – Кривий Ріг : [ДонНУЕТ], 2017. – 220 с.
7. Захарчин Г. М. Корпоративна культура [текст]: Навчальний посібник / Під загальною редакцією Г. М. Захарчин // НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ — ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА. - Львів. – 2011. – 317 с.
8. Feigenbaum E. Is There a Difference Between Organizational & Corporate Culture? [Електронний ресурс] / E. Feigenbaum - 2017.
9. Groysberg, B. Lee, J. Price, J. and Cheng, J. Y. (2018), “The Leader’s guide to corporate culture”,

10. Harvard Business Review, [Online], vol. Jan.-Feb., available at: [https://hbr.org/2018/01/the-culture-](https://hbr.org/2018/01/the-culture-factor) factor (Accessed 2 Aug. 2018).

FORMATION OF BUSINESS CULTURE AS A MEANS OF ACHIEVING ECONOMIC EFFICIENCY OF ENTREPRENEURIAL ACTIVITY

Lyudmila Shvets, National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: lvshvents2020@gmail.com, +380984497718, <https://orcid.org/0000-0003-4545-4252>

Tamara Dudka, associate professor, National Transport University, Department of Economics, e-mail: tvdudka@meta.ua, phone +380673783603, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelyanovicha-Pavlenka St., 1, K.313, <https://orcid.org/0000-0002-1529-8204>

Svitlana Kryvosheeva, senior lecturer, National Transport University, Department of Economics, e-mail svitlana.kryvosheieva.ntu@gmail.com, +380677366652, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelyanovycha-Pavlenka St., 1, K.313,

Yuliya Pivnenko, National Transport University, Department of Economics, e-mail: pivnenkoulia10@gmail.com, tel. +0982149552, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelyanovicha-Pavlenka str., 1, K.313, <https://orcid.org/0009-0001-2984-1343>

Alina Mykhailiuk, National University of Transport, student, e-mail: alinamihajluk880@gmail.com, phone+380971848120, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelyanovicha-Pavlenka Street, 1, K.313, <https://orcid.org/0009-0008-1635-0562>

Abstract. The article examines the essence and features of business culture as a means of achieving the economic efficiency of entrepreneurial activity.

The object of research is business culture as a part of the intangible economy that determines relationships in the business environment on the basis of general corporate, national labor values.

The purpose of the research is to study the peculiarities of the formation of business culture to achieve the economic efficiency of entrepreneurial activity.

The research method is analytical.

Business culture is a system of values and priorities of an enterprise regarding its behavior on the market, relationships with members of the labor team, consumers, suppliers, and other business entities. The components of business culture are superficial culture, reference and universal values.

The production activity of any employee of the organization is inextricably linked to his compliance with ethical norms, rules of conduct and relationships with his external environment. Adherence to the ethics of business relations is one of the main criteria of professionalism of both an individual employee and the organization as a whole. Entrepreneurial culture determines the way a businessman communicates with his clients, partners, subordinates and other persons in the process of carrying out his own business.

The conducted research proves that business culture is a part of the intangible economy, which determines relationships in the business environment based on labor, general corporate, national values and is able to influence the success and development of the business entity, and increase the efficiency of entrepreneurial activity.

Key words: business culture, corporate culture, business environment, entrepreneurship culture, entrepreneur, entrepreneurial activity, monoactive, polyactive.

References

1. Tyagunova N. M. Enterprise and business culture. Credit-modular course: Navch. posib. / N. M. Tyagunova, O.A. Argue. - K. : Center for Educational Literature, 2014. - 118 p.
2. Grishchenko I. M. Pidpriyomnitskiy business: Pidruch. for VNZ students / I. M. Grishchenko. – K.: Diploma, 2016. – 519 p.
3. Khmil F.I. Fundamentals of management: Pdruchnik. K. : Academvidav, 2003. - 608s.
4. Prince S. V. Business, trade and stock exchange activities: organizational and methodological aspects: Navch. posib. / S. V. Knyaz, N. P. Yavorska; National un-t “Lviv. polytechnic. – Lviv: View of Lviv. polytechnics, 2016. - 103 p.
5. Kregul Yu. I. Legal regulation of the security of pidpriemnitsoï i iyalnosti: Navch. posib. for stud.vishch. navch. zakl. / Yu. I. Kregul, M. I. Zubok; Kyiv. nat. trade-econ. un-t. – K.: Kiev. nat. trade-econ. un-t, 2013. - 215 p.
6. Enterprise and business culture: a course of lectures / Ministry of Education and Science of Ukraine, Donets. nat. university economy and trade. M. Tugan-Baranovsky, department. pidpr. and trade; O.V. Rozhenko. - Curve Rig:[DonNUET], 2017. - 220 p.
7. Zakharchin G.M. Corporate culture [text]: Heading guide / edited by G.M. Zakharchin // NATIONAL UNIVERSITY - LVIV POLYTECHNIKA. - Lviv. - 2011. - 317 p.
8. Feigenbaum E. Is There a Difference Between Organizational & Corporate Culture? [Електронний ресурс] / E. Feigenbaum - 2017.
9. Groysberg, B. Lee, J. Price, J. and Cheng, J. Y. (2018), “The Leader’s guide to corporate culture”, Harvard Business Review, [Online], vol. Jan.-Feb., available at: <https://hbr.org/2018/01/the-culture-factor> (Accessed 2 Aug. 2018).

**УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПОСЛУГ ТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ
SERVICE QUALITY MANAGEMENT OF TRANSPORT ENTERPRISES**

Ложачевська Олена Михайлівна, доктор економічних наук, професор, завідувачка кафедри “Менеджмент”, Національний транспортний університет, Київ, Україна, e-mail: o.lozhachevska@ntu.ua

<https://orcid.org/0000-0001-8462-925X>



Третініченко Микола Володимирович, аспірант кафедри менеджменту, Національний транспортний університет, Київ, Україна, e-mail: nikolasis1998@i.ua

<https://orcid.org/0009-0002-4658-0496>

Анотація. В статті досліджено сучасний стан транспортної галузі. Проведено порівняльний аналіз існуючого стану та порівняльних параметрів транспортної інфраструктури. Так проведене в жовтні 2022 року опитування показало, що **66%** підприємств транспортної галузі зазнали прямих збитків внаслідок бойових дій, з них **55%** оцінюють рівень завданої шкоди як значний, **42%** – як незначний, і **3%** вважають відновлення неможливим або недоцільним. На підставі отриманих результатів, встановлено, що управління якістю транспортних послуг є визначальним аспектом для підняття конкурентоспроможності транспортного сектору України. Підприємства, які надають високоякісні послуги, зазвичай мають перевагу на ринку. Конкурентоспроможність підприємства може бути забезпечена якістю його продукції та обслуговування.

В статті визначено параметри ефективного управління якістю транспортних послуг. Ефективне управління якістю транспортних послуг вимагає врахування різноманітних параметрів для забезпечення високого рівня задоволення клієнтів, оптимізації виробничих процесів та підвищення конкурентоспроможності.

Визначено, що управління якістю послуг спрямоване на задоволення потреб та очікувань клієнтів. Забезпечення високої якості послуг допомагає збільшити рівень задоволеності клієнтів, що в свою чергу підвищує їх лояльність та можливість повторного використання послуг. На підставі цього було сформовано критерії оцінки якості транспортних послуг.

Ключові слова: якість послуг, управління, транспортні послуги, конкурентоспроможність, задоволеність потреб споживачів.

Постановка проблеми. Сьогодні якісні послуги транспортних перевезень стали головними вимогами сучасного життя. Адже люди надають перевагу скористатися транспортними перевезеннями ніж придбати власний автомобіль з практичної та економічної точки зору це вигідніше особливо в сучасних реаліях. Наприклад сфера товарного ринку, а саме підвищення якості послуг пасажирського

транспорт не вимагає глобальних матеріальних вкладань. Саме від управління якості послуг транспортних підприємств залежить вагома складова економіки країни, бо це чи не єдина послуга, яка є найбільш вживаною на теренах нашої держави.

Якісніші послуги транспортних підприємств можна досягнути, якщо почати застосовувати більш кваліфікований та досвідчений персонал. Впевнений, що цей фактор грає велику роль у підвищенні якості послуг пасажирського автомобільного транспорту. Перекоаний, що послуги з пасажирських автомобільних перевезень в конкурентній бульбашці залежать не тільки від ціни та якості послуг, але і від іміджу та статусу перевізника. Але, незважаючи на це, ринки не можуть усунути складні проблеми, пов'язані з якістю обслуговування пасажирів, такі як: відсутність показників оцінки якості обслуговування пасажирів, відсутність адекватного механізму конкуренції між перевізниками, економічні важелі впливу на перевізників, які перевищують показники якості обслуговування пасажирів, не реалізуються. Через ці чинники послуги транспортних підприємств на сьогоднішній день ми не можемо назвати якісними.

Логіка світових тенденцій свідчить про те, що якість транспортних послуг має відповідати потребам і очікуванням споживачів. Тому саме зараз необхідно визначити всі важливі фактори розвитку розробки системи управління транспортних підприємств задля того аби перевізники мали змогу зробити кращим та якіснішим механізм управління послуг транспортних підприємств та проаналізувати всі можливі перспективи розвитку.

Аналіз і огляд останніх досліджень. Тема розробки системи управління якістю послуг транспортних підприємств стала актуальною не тільки в теперішні часи, а за кілька років до сучасного часу. Проблематикою якістю транспортних послуг займалися продовж років іноземні та вітчизняні вчені, а саме: Кужель В.П., Іщенко А.П., Бишко М.О., Назаренко Я.Я. та інші.

Так Кужель В.П., Іщенко А.П., Бишко М.О. присвятили свої праці споживчим перевагам які базуються саме при наданні якісної транспортної послуги. Вони давали акцент на задоволеність споживачів, але не виводили оціночні критерії стосовно якості послуг.

В роботі «Формування критерії якості послуг пасажирського транспорту в умовах європейської інтеграції України» [2] автор наголошує на формування якості з використанням стандартів, але не визначає критеріальні співвідношення та параметри оцінки якості транспортних послуг.

Ці роботи мають велике теоретичне та практичне значення, однак вони не дають відповіді на всі спірні питання формування, оцінки та управління якістю послуг транспортного комплексу як з позиції підприємств, що їх надають, так і з позиції споживачів цих послуг. Адже сфера управління якістю послуг транспортних підприємств вимагає чіткості та розуміння подальших перспектив це і є ключем до прямого розуміння потреби споживача саме цей процес допоможе зробити якіснішу сферу управління якістю транспортних підприємств.

Мета дослідження: метою даної наукової статті є розробити систему управління та дослідити якість послуг транспортних підприємств.

Основна частина: Перший суттєвий удар транспортній системі України було завдано логдаунами від Covid-19, однак військова агресія Російської Федерації принесла більш глобальні наслідки. Так, станом на 1 вересня 2022 року, найбільших руйнувань в інфраструктурі країни зазнали об'єкти дорожньої інфраструктури (руйнувань зазнали 25,0 тис. км доріг та 315 мостів і мостових переходів). Також були пошкоджені 19 аеропортів і цивільних аеродромів, щонайменше 110 залізничних вокзалів і станцій, до 500 км залізничного полотна. За попередніми оцінками, загальний обсяг втрат об'єктів інфраструктури в Україні склав 35,3 млрд доларів (27,8% загальної суми прямих

втратах) [3]. Відновлення пошкодженої інфраструктури України, за оцінками Світового банку, коштуватиме понад 500 млрд доларів (станом на 15.12.2022 р.) [4].

Проведене в жовтні 2022 року опитування показало, що **66%** підприємств транспортної галузі зазнали прямих збитків внаслідок бойових дій, з них **55%** оцінюють рівень завданої шкоди як значний, **42%** – як незначний, і **3%** вважають відновлення неможливим або недоцільним [5].

Наразі транспортний сектор поступово відновлюється і тому стає питання в ефективному управлінні якістю транспортних послуг, так як попередній колапс дав свої поштовхи до змін. Так, ще до війни Всесвітнім економічним форумом опубліковано рейтинг країн світу за Індексом глобальної конкурентоспроможності 2017–2021 (The Global Competitiveness Index). Україна за якісними оцінками транспортної галузі посіла 81-е місце серед 137 країн світу, покращивши свої позиції на чотири пункти [6]. Індекс глобальної конкурентоспроможності складається з більш ніж 100 змінних, що згруповані у 12 контрольних показників, які об'єднані трьома основними групами субіндексів, такими як «Основні вимоги», «Підсилювачі продуктивності», «Інновації та фактори вдосконалення» [6]. Детальніше основні складові частини Індeksu глобальної конкурентоспроможності України, щодо стану транспортної галузі показані в табл. 1.

Таблиця 1 – Динаміка зміни інфраструктурних факторів в індексі глобальної конкурентоспроможності України

Table 1 – Dynamics of changes in infrastructure factors in the global competitiveness index of Ukraine

Складові частини показника	Роки				
	2016– 2017	2017– 2018	2018– 2019	2019– 2020	2020– 2021
Інфраструктура	68	69	75	78	57
1. Транспортна інфраструктура	88	91	91	87	59
1.1. Якість усієї інфраструктури	75	82	88	88	114
1.2. Якість доріг	139	132	134	130	114
1.3. Якість залізничної інфраструктури	25	28	34	37	34

Джерело: узагальнено на основі джерела [6]

Ці показники показують, що Україна в 2021 році почала відновлювати свої конкурентні позиції по наданні якісних транспортних послуг, але на разі війна все змінила. З 2022р по 2023 рік Україна та країна агресор не досліджувались «Світовим центром конкурентоспроможності», але ми розуміємо на які жахливі показники ми можемо розраховувати. Тому беручи за увагу політичний та економічний стан держави, стає за необхідне піднімати конкурентоспроможність транспортного сектору, за рахунок надання якісних послуг.

Послуги громадського транспорту є надійнішими та економічно вигіднішими, а ще це чудова альтернатива та надійний запасний варіант на випадок неочікуваної ситуації, але потрібно докласти максимум зусиль, щоб люди надавали перевагу саме громадському транспорту, а не таксі. А саме потрібно покращити якості послуг з метою задоволення всіх потреб споживачів у перевезеннях та супутніх транспортних послуг. При впровадженні систем якості основною проблемою для перевізників, контролюючих органів і пасажирів є відсутність розробленої єдиної методології оцінки

якості послуг з перевезення пасажирів. Проте при зростаючій конкуренції у сфері надання послуг боротьба за збільшення обсягів перевезення висуває нові вимоги до надання послуг у сфері обслуговування. Хочу навести декілька прикладів основних факторів, які впливають на забезпечення якості пасажирських перевезень: низьке фінансування державних програм розвитку транспорту, дорожнього господарства, нівелювання вимог та підходів до утримання доріг; перевантаженість міських доріг, незадовільна система містобудівництва та утримання транспортної інфраструктури; недостатній обсяг залучення коштів на розвиток транспорту [1].

Пасажирський транспорт відіграє велике економічне та соціальне значення, оскільки задовольняючи одну із важливих людських потреб – потребу у переміщенні, дозволяє швидко подолати великі відстані, дістатися пункту призначення. На ринку транспортних послуг функціонують різні види транспорту, які взаємодіючи між собою задовольняють потреби суспільства у перевезеннях[2].

Сьогодні необхідно обирати кожного споживача і забезпечувати йому максимально комфортні умови для утримання споживачів на власному ринку. Для забезпечення стабільного соціально-економічного розвитку регіону, враховуючи зміни, що відбуваються, необхідно продовжувати курс на поглиблення ринкових реформ та реалізацію переваг ринкових механізмів господарювання, на тісну взаємодію попиту та пропозиції на ринку автотранспортних послуг. Надійне та ефективне функціонування громадського транспорту є найважливішим показником соціально-економічної стабільності. Отже, конкуренція в системі пасажирського автомобільного транспорту – це боротьба компаній, що надають послуги перевезення, за краще задоволення потреб пасажирів, а також конкуренція споживачів за придбання найбільш корисних транспортних послуг на найвигідніших умовах. Основним позитивним результатом конкуренції є стимулювання перевізників, які працюють на ринку пасажирських перевезень, до підвищення якості надання послуг. Зниження якості послуг, що надаються, може призвести до багатьох негативних наслідків. За відсутності конкуренції перевізники не зацікавлені в її збільшенні. З цього можна зробити висновок, що якість послуг з перевезення пасажирів значною мірою залежить від рівня конкуренції та дій влади, як на регіональному, так і на національному рівні.

На жаль, сьогодні органи державної влади не можуть фінансувати послуги транспортних підприємств на найвищому рівні, тому що в країні війна. Тому потрібно створювати проекти, які зробили ринок якісним, але при цьому заощадити кошти. Враховуючи наявні економічні, політичні та інституційні проблеми країни, бажано досягти виконання наступних кроків з подальшого реформування міського пасажирського транспорту:

- запровадження єдиних квитків для всіх категорій пасажирів, які користуються правом безкоштовного проїзду в міському пасажирському транспорті;
- запровадження регулярного розрахунку витрат транспортних підприємств, що спеціалізуються на перевезенні пільгових категорій пасажирів, для точного визначення розміру компенсаційних виплат транспортних перевізників;
- впровадження сучасних технологій у систему управління та організації міського транспорту.

Поняття якості послуг є досить складним та багатогранним. Воно є абстрактною категорією, тому важко визначити та точно оцінити його. Якість послуг у транспортному комплексі поняття комплексне, яке постійно розвивається та вдосконалюється. Світові тенденції свідчать, що якість транспортних послуг повинна забезпечувати потреби і очікування споживачів. Відповідно зростає важливість визначення факторів, що впливають на якість обслуговування, а також основні критерії, які

визначають якісні характеристики послуг пасажирського транспорту. Зважаючи, на швидкоплинний та динамічний характер сучасного суспільства і стиль життя основних споживачів транспортних послуг система факторів і критеріїв якості послуг повинна бути гнучкою і динамічною, щоб відповідати змінам у вимогах і очікуваннях споживачів та відповідати вимогам ринку забезпечуючи конкурентоздатність галузі на європейському ринку послуг[2].

Управління якістю послуг у транспортних підприємствах важливе для задоволення клієнтів, підвищення конкурентоспроможності та забезпечення ефективності виробничих процесів. Визначимо основні аспекти управління якістю послуг автотранспортного підприємства, що здійснює пасажирські перевезення (табл.2)

Таблиця 2 – Параметри ефективного управління якістю послуг

Table 2 – Parameters of effective service quality management

№	Параметри та критерії управління якістю послуг	Шляхи реалізації
1	Стандарти Якості	Розробка та впровадження стандартів якості для всіх аспектів діяльності, включаючи технічний стан транспортних засобів, обслуговування клієнтів та оперативні процеси
2	Оцінка задоволеності Клієнтів	Проведення анкетування, збирання відгуків та аналіз даних для оцінки задоволеності клієнтів та виявлення можливостей для поліпшення.
3	Технічне обслуговування та безпека	Систематичне технічне обслуговування транспортних засобів для підтримання їх безпеки та ефективності
4	Тренінг та розвиток персоналу	Навчання та розвиток персоналу для забезпечення високого рівня обслуговування та професійних навичок
5	Ефективність Витрат та Логістика:	Вдосконалення логістичних процесів та оптимізація витрат для забезпечення ефективності та економії коштів
6	Електронна система керування:	Впровадження систем електронного керування, таких як системи моніторингу руху транспорту, що дозволяють в реальному часі відстежувати та оптимізувати маршрути.
7	Зелені ініціативи:	Впровадження зелених технологій та практик для зменшення впливу на навколишнє середовище та поліпшення сталості
8	Системи якості ISO	Отримання та збереження сертифікатів якості за стандартами ISO, таких як ISO 9001 (система управління якістю)
9	Розробка індивідуальних пропозицій:	Пропозиції та пакети послуг, які відповідають індивідуальним потребам клієнтів.
10	Взаємодія з спільнотою та партнерами	Активна взаємодія з громадою та партнерами для врахування їхніх потреб та очікувань.
11	Планування та прогнозування потреб	Аналіз попиту на транспортні послуги та планування для забезпечення належної відповіді на потреби клієнтів.
12	Боротьба з Корупцією	Впровадження етичних стандартів та систем для запобігання корупції та підвищення довіри клієнтів

Джерело: сформовано авторами

Управління якістю послуг транспортних підприємств вимагає системного підходу та постійного моніторингу, щоб забезпечити високий рівень задоволеності клієнтів та оптимізацію виробничих процесів.

Чітке усвідомлення основних критеріїв оцінки якості послуг допоможе визначити потенційні сильні та слабкі сторони, що допоможе покращити не лише якість послуг, а й процес управління підприємствами, галуззю, покращить задоволеність споживачів від отриманих послуг, підвищить конкурентоздатність. Критерії оцінки споживачами якості послуг, переважно є абстрактними і нематеріальними, що ускладнює процес їх виявлення та визначення. Також, під час оцінки критерії якості слід враховувати, що один і той самий критерій якості послуги може сприйматися споживачами по-різному, залежно від його цінності для конкретної групи споживачів та від їх очікувань від даної послуги[2].

Оцінка якості послуг може бути проведена за допомогою різноманітних критеріїв, які визначають, наскільки відповідні послуги вимогам та очікуванням клієнтів(рис 1).



Рисунок 1 – Критерії оцінки якості транспортних послуг
Figure 1 – Criteria for evaluating the quality of transport services
 Джерело: сформовано авторами

Крім виділених основних критеріїв оцінки якості транспортних послуг можемо відокремити ще додаткові, що можуть відіграти важливу роль при формуванні конкурентоспроможності транспортного підприємства, а саме:

1. Ціноутворення:
 - Відповідність вартості послуг їх якості та конкурентоспроможність цін.
2. Відгуки та рейтинги:
 - Огляди та відгуки клієнтів, а також рейтинги сервісу на різних платформах.
3. Безпека та конфіденційність:

- Заходи, призначені для забезпечення безпеки та конфіденційності інформації клієнтів.
- 4. Етика та соціальна відповідальність:
- Дотримання встановлених етичних стандартів та відповідальність перед суспільством.

Ці критерії можуть бути адаптовані в залежності від конкретної сфери послуг та потреб клієнтів. Важливо враховувати, що оцінка якості послуг є динамічним процесом, і підприємствам слід постійно аналізувати та поліпшувати свої послуги для задоволення змінюючихся потреб та очікувань клієнтів.

Висновки. Управління якістю послуг стає важливою стратегічною ініціативою для підприємств, оскільки воно не тільки підвищує клієнтське задоволення, але і допомагає зберегти та залучити нових клієнтів, підвищує ефективність операцій та забезпечує стійкий розвиток бізнесу. Система управління якістю сприяє створенню прозорих процесів та визначенню відповідальності за якість послуг в межах підприємства. Управління якістю послуг грає ключову роль у функціонуванні та успіху підприємства.

Перелік посилань

1. Кушель В.П., Іщенко А.П., Бишко М.О. Визначення рівня якості пасажирських перевезень з позиції пасажирів. atm.vntu.edu.ua
2. Назаренко Я.Я. Формування критеріїв якості послуг пасажирського транспорту в умовах європейської інтеграції України / Я.Я. Назаренко // Економіка та управління на транспорті. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 4.
3. Звіт про прямі збитки інфраструктури від руйнувань внаслідок військової агресії росії проти України станом на 1 вересня 2022 року. https://kse.ua/wp-content/uploads/2022/10/Sep22_FINAL_Sep1_Damages-Report.docx.pdf, last accessed 2023/02/05.
4. Світовий банк прогнозує різкий стрибок рівня бідності в Україні. Хвиля. 15.12.2022. <https://hvylya.net/uk/econom/264195-vsemirnyy-bank-prognoziruuet-rezkiy-skachok-urovnya-bednosti-v-ukraine>, last accessed 2023/02/05.
5. Європейська Бізнес Асоціація. <https://eba.com.ua/research/doslidzhennya-ta-analytika/>, last accessed 2023/02/05.
6. IMD. Світовий центр конкурентоспроможності. <https://www.imd.org/centers/wcc/world-competitiveness-center/rankings/world-competitiveness-ranking/>

SERVICE QUALITY MANAGEMENT OF TRANSPORT ENTERPRISES

Elena Lozhachevska, Doctor of Economics, Professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine, o.lozhachevska@ntu.ua, <https://orcid.org/0000-0001-8462-925X>

Mykola Tretinichenko, graduate student of the Department of Management, National Transport University, Kyiv, Ukraine, nikolasis1998@i.ua, <https://orcid.org/0009-0002-4658-0496>

Abstract. The article examines the current state of the transport industry. A comparative analysis of the existing state and parameters of the transport infrastructure was carried out. The survey conducted in October 2022 showed that 66% of transport industry enterprises suffered direct losses as a result of hostilities, of which 55% assessed the level of damage as significant, 42% as insignificant, and 3% considered recovery impossible or impractical. results, it was established that the quality management of transport services is a

determining aspect for raising the competitiveness of the transport sector of Ukraine. Businesses that provide high-quality services usually have an advantage in the market. The competitiveness of the enterprise can be ensured by the quality of its products and services.

The article defines the parameters of effective management of the quality of transport services. Effective management of the quality of transport services requires taking into account various parameters to ensure a high level of customer satisfaction, optimize production processes and increase competitiveness.

It was determined that service quality management is aimed at meeting the needs and expectations of customers. Providing high-quality services helps to increase the level of customer satisfaction, which in turn increases their loyalty and the possibility of repeated use of services. Based on this, criteria for evaluating the quality of transport services were formed.

Keywords: quality of services, management, transport services, competitiveness, satisfaction of consumer needs.

References

1. Kuzhel V.P., Ishchenko A.P., Byshko M.O. Determining the level of quality of passenger transport from the passenger's point of view. atm.vntu.edu.ua
2. Nazarenko Ya. Ya. Formation of passenger transport service quality criteria in the conditions of European integration of Ukraine / Ya.Ya. Nazarenko // Economics and transport management. - K.: NTU, 2017. - Vol. 4.
3. Report on direct damage to infrastructure from destruction as a result of Russia's military aggression against Ukraine as of September 1, 2022. https://kse.ua/wp-content/uploads/2022/10/Sep22_FINAL_Sep1_Damages-Report.docx.pdf, last accessed 2023/02/05.
4. The World Bank predicts a sharp jump in the level of poverty in Ukraine. Wave. 15.12.2022. <https://hvylya.net/uk/econom/264195-vsemirnyy-bank-progoziruet-rezkiy-skachok-urovnya-bednosti-v-ukraine>, last accessed 2023/02/05.
5. European Business Association. <https://eba.com.ua/research/doslidzhennya-ta-analytyka/>, last accessed 2023/02/05.
6. IMD. World Center of Competitiveness. <https://www.imd.org/centers/wcc/world-competitiveness-center/rankings/world-competitiveness-ranking/>

**УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ СЕРВІСНИХ ПРОДУКТІВ В ОПЕРАЦІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ
ТАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

**QUALITY MANAGEMENT OF SERVICE PRODUCTS IN THE OPERATIONAL
ACTIVITIES OF TRANSPORT AND LOGISTICS ENTERPRISES**



Сніжко Лариса Леонідівна, кандидат економічних наук, доцент кафедри «Менеджмент». Національний транспортний університет, Київ, Україна, e-mail: larasn14@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-8623-7185>

Анотація. Стаття присвячена дослідженню особливостей управління якістю на транспортно-логістичних підприємствах України.

Об'єкт дослідження – процес управління якістю сервісних продуктів транспортно-логістичних підприємств.

Для того, щоб в умовах воєнного стану та у післявоєнний період Україна, транспортна галузь, транспортно-логістичні підприємства могли виживати, ефективно конкурувати і розвиватися на світовому, європейському та національному ринках, їх сервісні продукти повинні відповідати міжнародним стандартам якості та очікуванням клієнтів. Якість сервісних продуктів, що випускаються та реалізуються операційною системою, є одним із найважливіших аргументів у боротьбі за споживача.

У статті всебічно розглядаються теоретичні та практичні аспекти щодо управління якістю як одного із основних засобів забезпечення конкурентоспроможності підприємств сервісної сфери. Описано основні складові управління якістю з урахуванням особливостей операційної діяльності транспортно-логістичних підприємств: об'єкти управління якістю; цілі в області якості; фактори, що впливають на якість процесу надання транспортно-логістичних послуг; показники оцінки якості сервісних продуктів, існуючі потреби в сфері якості, процеси управління якістю, структурні підрозділи та посади, які задіяні в управлінні якістю, залучення персоналу, його підготовка та оцінка компетентності, планування витрат на виконання завдань щодо забезпечення якості та розподіл фінансових ресурсів за видами робіт і структурними підрозділами та ін. Вивчено найбільш значущі складові теорії і практики, які управління якістю включає в себе на сьогоднішній день.

Результати дослідження в подальшому можуть бути використані в управлінні якістю в операційній діяльності підприємств як транспортної, так й інших сервісних галузей економіки, що буде сприяти підвищенню їх економічної ефективності та конкурентоспроможності.

Ключові слова: якість, сервісний продукт, операційна діяльність, управління якістю, транспортно-логістичне підприємство, вимоги споживачів.

Вступ. Транспорт є однією із базових галузей економіки будь-якої країни. У складних умовах воєнного стану, в яких функціонує сучасна економіка України, транспортній логістиці відводиться провідна роль. Від її виживання, успішного функціонування та розвитку залежить діяльність та ефективність більшості галузей народного господарства.

Для того, щоб країна, транспортна галузь та транспортно-логістичне підприємство могли виживати та ефективно конкурувати на відповідних ринках, у т.ч. і міжнародних, сервісні продукти повинні відповідати міжнародним стандартам якості та ціновим очікуванням споживачів [1]. Низький рівень якості продукції (залежно від виду продукту) може приводити до появи ризиків для життя і здоров'я споживачів, їх безпеки, що може спричинити втрату довіри споживачів, зниження ділової репутації транспортної організації, звуження частки ринку, претензій, позовам, судовій відповідальності та ін. [2]. Продукція низької якості завдає шкоди не тільки рентабельності транспортно-логістичного фірми, але й національному платіжному балансу.

Одним із найважливіших аргументів у боротьбі за споживача в сервісній сфері є якість продуктів, що випускаються та реалізуються операційною системою. Це підтверджує той факт; що двома ключовими елементами кожного рішення при купівлі сервісної продукції є їх ціна та якість. Тому для досягнення підприємством стратегічних конкурентних переваг в сьгоднішніх складних умовах невизначеності і загроз, а також жорсткої конкуренції є орієнтація операційної діяльності, в першу чергу, на кінцевого споживача та його вимоги. Виробники транспортно-логістичної продукції несуть відповідальність перед споживачами за її якість [3].

Зосередження уваги на якості та її поліпшенні має бути частиною менеджменту кожного транспортно-логістичного підприємства.

Отже, в таких умовах особливої актуальності набуває дослідження проблеми щодо управління якістю сервісних продуктів в операційній діяльності підприємств з урахуванням особливостей транспортної галузі. В зв'язку з цим об'єктом дослідження даної статті є процес управління якістю сервісних продуктів транспортно-логістичних підприємств.

Матеріали та методи. В основу статті покладено діалектичний метод пізнання, системний підхід; абстрактно-логічний, статистичний; комплексний та ін. методи дослідження. Інформаційними джерелами є законодавчо-нормативна база, літературні джерела та інтернет-ресурси за темою дослідження.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналіз наукових праць щодо управління якістю транспортно-логістичного обслуговування зарубіжних авторів, серед яких: Бауерсокс Д.Дж., Клосс Д.Дж., Окландер М.А. та ін. і вітчизняних науковців: Короленко Н. В., Кириченко І.О., Криворучко О. М., Крикавський Є.В., Кузьменко Н.М., Кучерук Г.Ю., Попова Н. В. та ін. показав, що недостатньо розроблені теоретичні та методичні аспекти управління якістю сервісних продуктів на транспортно-логістичних підприємствах.

Мета роботи - дослідження складових управління якістю сервісних продуктів в операційній діяльності підприємств з урахуванням особливостей транспортної логістики.

Виклад основного матеріалу. Еволюція поняття якості тісно пов'язана із розвитком як технологій виробництва, так і науки управління. На даний час існує безліч формулювань і тлумачень якості. Це підтверджує той факт, що навіть так звані "класики якості" по-різному визначають якість:

Ф. Кросбі- як відповідність встановленим вимогам; Е. Демінг – як передбачуваний ступінь однорідності і надійності при низьких витратах і відповідно до потреб ринку; Дж. Джуран - як придатність до вживання [4].

Крім того визначення якості може відрізнятися залежно від того, який суб'єкт визначає якість: замовник (клієнт) чи підприємство. Виробник, як правило, зосереджується на техніко-технологічних вимогах [5]. Тлумачення клієнтів щодо якості можуть бути неоднозначними, невизначеними, змінними та суб'єктивними. Тому легко зрозуміти, наскільки складним є однозначне тлумачення поняття «якість». І особливо це стосується сфери послуг, коли визначення якості суттєво залежить від клієнта і може відрізнятися залежно від його віку, статі, досвіду, рівня доходу, уподобань та ін.

Стосовно транспортної галузі якість має певну специфіку, обумовлену споживчим призначенням транспортно-логістичної продукції, матеріально-технічною базою і технологією, що використовуються, рівнем кваліфікації персоналу та ін.

У ДСТУ ISO 9000:2015 [6, с.2] наведено таке тлумачення якості: «Якість продукції та послуг організації визначають здатністю задовольняти замовників, а також передбаченим і непередбаченим впливом на відповідні зацікавлені сторони. Якість продукції та послуг охоплює не тільки їхні передбачені функції та характеристики, але також їхні сприймані цінність і користь для замовника».

Отже, на сучасному рівні розвитку теорії управління «якість» доцільно розглядати як комплексне поняття, що включає в себе якість кінцевого сервісного продукту, якість операційних процесів, якість процесу управління, якість постачань та робіт, якість діяльності працівників та життя суспільства. Якість співвідноситься з уявленням про ступінь, в якій сервісна продукція задовольняє очікування та вимоги споживача.

З метою виживання та забезпечення довгострокової конкурентоспроможності усі успішні компанії в світі (від великих до малих) в самих різних сферах бізнесу, в т.ч. і на транспорті, займаються питаннями управління якістю (quality management) [7].

Управління якістю – це комплексна, скоординована і взаємопов'язана діяльність з управління, яка знаходиться у веденні вищого керівництва і впливає на всі аспекти роботи компанії для забезпечення надійної і безперебійної роботи організації щодо постійного поліпшення якості продукції та всіх основних, допоміжних та управлінських процесів. Вона стосується діяльності всіх категорій персоналу будь-якої організації і пов'язує в єдину систему всі види діяльності підприємства для того, щоб споживач був максимально задоволений отриманими продуктами, і щоб це задоволення зростало і гарантувало зміцнення конкурентних позицій організації на ринку.

Управління якістю є і філософією, і теорією, і практичними методами одночасно. На сучасному етапі має потужні напрацювання, найбільш важливі з яких наведені у табл.1.

Зважаючи на специфіку логістичної діяльності, можна до вищенаведеного переліку (табл.1) додати систему Supply Chain Management, яка спрямована на підвищення ефективності та оптимізацію логістичних процесів. Застосування цієї системи допоможе підвищити якість послуг та забезпечити їх відповідність стратегії компанії. Система Supply Chain Management (SCM) дозволяє компанії планувати, контролювати та оптимізувати логістичні процеси від постачальника до кінцевого споживача, що сприяє зменшенню витрат, підвищенню ефективності та забезпеченню високої якості послуг.

При впровадженні системи SCM може використовувати такі методи та інструменти, як прогнозування попиту, планування запасів, оптимізація маршрутів, використання сучасних інформаційних систем та технологій, таких як Internet of Things, Big Data та інші. Таким чином, компанія зможе підвищити рівень якості послуг, скоротити час доставки, знизити витрати та забезпечити конкурентоспроможність на ринку логістики.

Таблиця 1 — Складові теорії і практики управління якістю, які можуть бути застосовані на підприємствах транспортної галузі

Table 1 — Components of theories and practices of quality management that can be applied at enterprises of the transport industry

Концепція, метод, практика	Сутність
Загальне управління якістю (TQM - Total Quality Management)	Базова концепція (є значною інновацією в операційному менеджменті), яка забезпечує перевагу її продуктів і послуг над аналогічними продуктами і послугами конкурентів за всіма показниками, що становлять інтерес для клієнтів [4, с.178]. Націлена на вирішення двох ґрунтовних операційних завдань, виконання яких можливо лише тоді, коли вся організація зорієнтована на їх досягнення (звідси і назва - загальне управління якістю): на проектування високоякісного продукту або послуги та забезпечення його виробництва. В основі TQM лежать концепції У. Е. Демінґа, Дж. М. Джурана і Ф. Кросбі та ін.
Стандарти	- міжнародні стандарти сімейства ISO 9000 - описують мінімальну модель системи менеджменту якості, яка дозволяє реалізувати основні принципи TQM в практичній діяльності фокусується на регламентації діяльності, чіткій взаємодії співробітників і безперервному поліпшенні як окремих підсистем, так і організації в цілому: ISO 9000:2015 «Quality management systems.-Fundamentals and vocabulary» та ін.; - національні стандарти узгоджують визначення термінів, вимог, підходів до створення систем управління якістю в національному та міжнародному бізнес-середовищі: ДСТУ ISO 9000:2015 (ISO 9000:2015, IDT) «Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів» [6] та ін.; - міжнародні галузеві стандарти якості (на основі стандартів серії ISO 9000): ISO 14001 – Екологічний менеджмент – турбота про сьогодення і майбутнє середовища, що оточує людину та ін.; - європейські стандарти серії EN 29000 (аналоги стандартів серії ISO 9000), ISO 9003 і EN 45000 регламентують розробку систем якості, оцінювання відповідності, сертифікації систем якості та акредитації органів з сертифікації та ін.
Кайзен (kaizen)	Філософія і набір практик, що спрямовані на покращення якості та орієнтовані на здійснення постійних незначних поліпшень щодо підвищення якості, які впроваджуються кожним працівником компанії. Результат - через деякий час велика кількість незначних покращень призведе до суттєвого вдосконалення (закон діалектики переходу кількості в якість). Є системним підходом до поліпшення діяльності організації та одним із базових в системі TQM.
Розгортання функцій якості (QFD – Quality Function Deployment)	Один із ключових методів управління якістю, який вивчає потреби та побажання споживачів щодо якості на кожному етапі життєвого циклу створюваного продукту через залучення споживача до операційного процесу з метою отримання гарантованого кінцевого продукту, що відповідав би очікуванням споживачів [8]. Над розробкою нового продукту працюють багатофункціональні команди з виробництва, маркетингу, проектування та ін. Для систематизації інформації про вимоги споживачів використовується матриця «будинок якості» (House of Quality) або матриця планування продукту, яка дозволяє інтегрувати вимоги споживачів до рівня якості з параметрами продукту або процесу. Згідно до моделі QFD виділяють чотири етапи розгортання функцій якості: планування продукту, проектування продукту, проектування процесів, проектування виробництва.

«Шість сигм» (six sigma)	Концепція, яка фокусується на виявленні та усуненні причин помилок або дефектів у бізнес-процесах шляхом зосередження на тих вихідних параметрах, які виявляються критично важливими для споживача. [9] і базується на класичній схемі безперервного вдосконалення на основі застосування циклу Шухарта – Демінга PDCA. Суть концепції полягає у зниженні варіабельності процесів і стабілізації характеристик продукції, тобто поліпшення якості виходів кожного з процесів, мінімізації дефектів і статистичних відхилень в операційній діяльності. Передбачає створення спеціальних робочих груп на підприємстві, що здійснюють проекти щодо усунення проблем і вдосконалення процесів.
Ощадливе виробництво (lean manufacturing, lean production)	Lean - це постійне удосконалення операційної діяльності як з точки зору компанії, так і з точки зору клієнта у напрямку зменшення витрат і підвищення її ефективності. Для досягнення максимальної операційної ефективності необхідно удосконалювати всі процеси: кожний працівник на своєму робочому місці повинен свідомо та ефективно виконувати раціональні операції з позиції цінності для клієнта. В основі концепції бережливого виробництва лежить принцип, за яким витрачання ресурсів організації повинно бути направлено тільки на створення цінності для кінцевого споживача. Будь-яке споживання ресурсів, яке не збільшує цінність, має бути скорочене.
Lean Six Sigma (LSS)	Інтегрована концепція, яка об'єднує концепцію ощадливого виробництва (Lean), основою якого є скорочення непродуктивних витрат і прискорення процесів, і концепцію «Шість сигм» (Six Sigma), основою якої є поліпшення якості та підвищення задоволеності клієнтів націлену на основі зниження варіабельності процесів і стабілізації характеристик продукції.
Кращі практики (best practice)	Набір методів і технік, який узагальнюється у вигляді збірок або стандартів, у них систематизується результати та досвід кращих в галузі компаній щодо формування якості
Зовнішній бенчмаркінг (external benchmarking)	Метод спрямований на поліпшення бізнесу або продукту на основі порівняння та аналізу різних бізнес-процесів фахівцями компанії з аналогічними процесами конкурентів у відповідній галузі, а також передових компаній інших галузей, після якого покращення, що підходять для даного бізнесу, впроваджуються. Головною особливістю бенчмаркінгу як підходу, є адаптація принципів, які використовуються в більш успішних компаніях після ретельного моніторингу та аналізу операційних процесів компанії, в яку вони впроваджуються.

Це далеко не весь перелік концепцій, методик і практик, які розроблені та застосовуються у сфері управління якістю.

У сучасних умовах з метою впровадження та (або) удосконалення менеджменту якості українськими підприємствами доцільно використовувати комплекс вищеперерахованих методик, проте необхідним є їх коригування з урахуванням державної політики та національних стандартів з питань якості.

Управління якістю - це процес, який зосереджений безпосередньо не тільки на якості продукції, але й засобах його досягнення [10].

Під поняттям об'єкти управління якістю в сфері обслуговування розглядають сервісні продукти, процеси формування якості, систему управління і організацію в цілому.

Зазвичай транспортно-логістичні компанії розглядають забезпечення якості, як одне із основних завдань операційної діяльності [11; 12]. Основні складові процесу управління якістю сервісних продуктів та їх взаємозв'язок представлені на рис.1.

Основою вирішення будь-яких питань в управлінні якістю є інформація, яка коректно та своєчасно зібрана, згрупована, репрезентована й проаналізована (блок 1). На основі проведених

маркетингових досліджень, прогнозу ринкових тенденцій, виявлених можливостей та потреб транспортно-логістичного підприємства формуються цілі в області якості за об'єктами (блок 2).

Як показали дослідження, прогресивні транспортно-логістичні компанії, які постійно прагнуть до покращення якості своїх послуг та задоволення потреб клієнтів, з метою забезпечення найвищого рівня якості своїх сервісних продуктів у процесі операційної діяльності формують низку різноманітних та комплексних потреб:

- розробка і впровадження нової або удосконалення існуючої системи управління якістю, яка включає процеси планування, контролю, оцінки та покращення якості послуг відповідно до вимог клієнтів та стандартів якості;
- постійний моніторинг та покращенні якості існуючих та розроблення нових сервісних продуктів відповідно до вимог компанії;
- постійне навчання та підвищенні кваліфікації, мотивації співробітників в сфері управління якістю та транспортної логістики;
- розробка та впровадження системи моніторингу показників якості послуг, що дозволить вчасно виявляти та виправляти недоліки в роботі компанії та підвищувати рівень задоволеність клієнтів згідно їх вимог;
- впровадження і розвиток новітніх технологій та інновацій при розробці нових сервісних продуктів, в транспортно-логістичних процесах, процесах ТО і Р та ін., що дозволить зменшити витрати та підвищити ефективність роботи компанії;
- удосконалення інформаційного обміну між структурними підрозділами, рівнями управління та працівниками;
- забезпечення безпеки перевезень вантажів та персоналу та ін.

Реалізація цих потреб є важливою для забезпечення конкурентоспроможності компанії та задоволеності потреб клієнтів.

Основними об'єктами управління якістю (блок 2) в транспортно-логістичних організаціях є:

- сервісні продукти: перевезення вантажів, оренда автотранспорту, складування продукції, її зберігання та інше;
- операційні процеси, а саме: оформлення замовлення, вантажоперевезення (доставка вантажу), планування маршрутів, технічне обслуговування та ремонт транспортних засобів, забезпечення паливо-мастильними матеріалами та інші;
- інфраструктура, що включає всі ресурси, необхідні для забезпечення якісної роботи транспортної компанії: гаражі, сервісні центри, приміщення для технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів, мийки, складські приміщення, рухомий склад, техніка, обладнання, приміщення, інформаційні технології та інше;
- персонал: водії, механіки та інші співробітники, які працюють у компанії, які повинні бути належним чином підготовлені, тобто мати необхідні знання та навички для забезпечення безпеки та якості обслуговування;
- система управління якістю (quality management system), як складова частина загальної системи управління транспортно-логістичним підприємством, яка повинна забезпечити стабільну якість сервісної продукції та задоволеність клієнтів та ін.;
- процеси управління якістю що включають в себе чотири основні складові: планування якості (quality planning), забезпечення якості (quality assurance), контроль якості (quality control), підвищення якості (quality improvement), які повинні бути направлені на формування високої якості сервісних продуктів та ін.

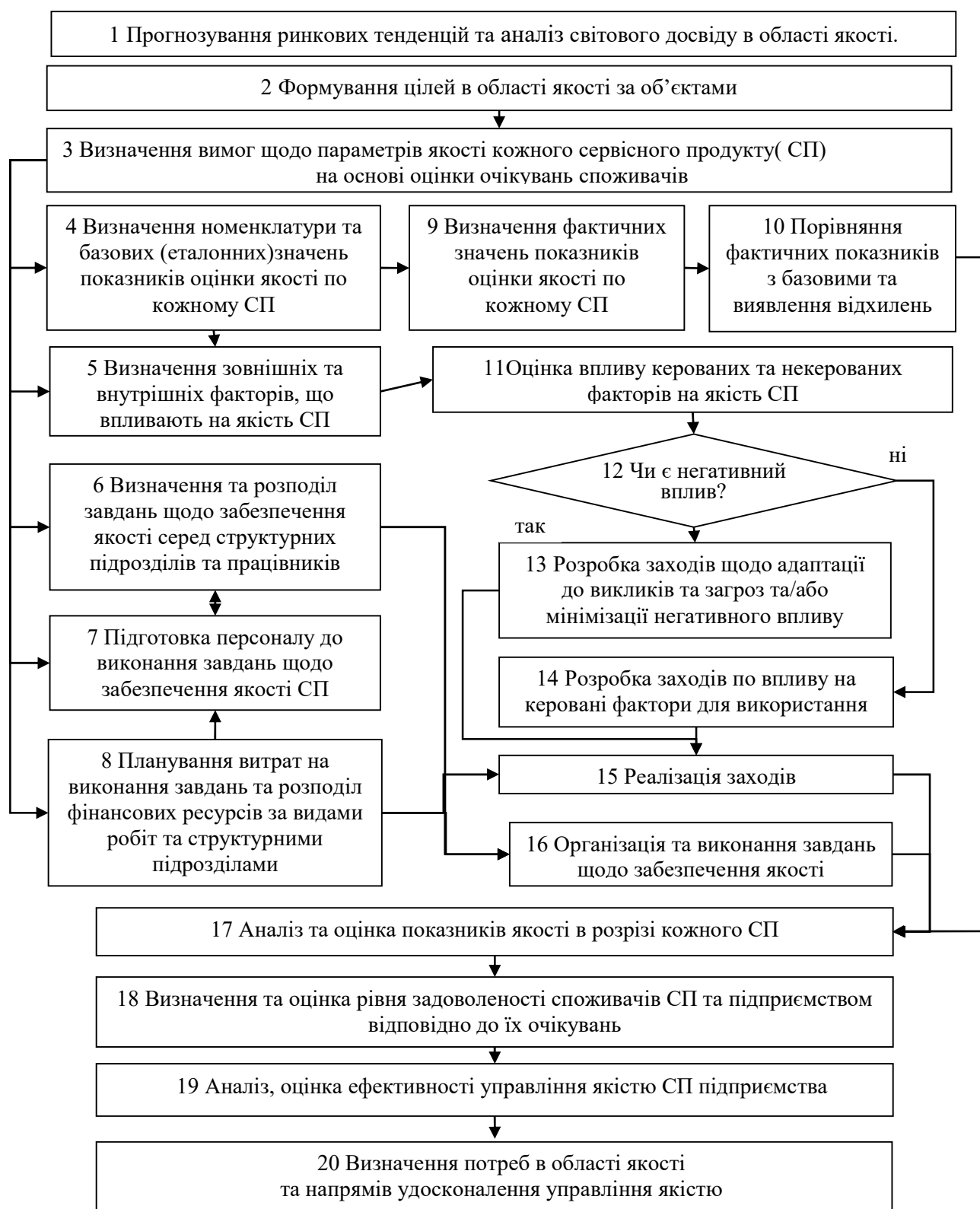


Рисунок 1 — Складові управління якістю та їх взаємозв'язок
Figure 1 – Components of quality management and their relationship

Базою управління якістю в операційній діяльності є формування вимог щодо параметрів якості у розрізі кожного сервісного продукту (блок 3), який створює операційна система. Ці параметри визначаються за допомогою опитувань клієнтів або інших методів збору даних в ході маркетингових досліджень.

Далі на їх основі формується номенклатура показників оцінки якості по кожному сервісному продукту (СП) та визначаються їх базові (планові) чи еталонні значення (блок 4).

На відміну від виробничої сфери, показники якості послуг мають певні характерні відмінності. Для оцінки рівня якості в сервісній сфері можуть бути застосовані різноманітні абсолютні та відносні показники:

- індекс задоволеності клієнтів або індекс лояльності (CSI – Customer Satisfaction Index) – оцінка рівня задоволеності клієнтів сервісними продуктами компанії після взаємодії з нею, тобто результат клієнтського досвіду. Це загальний показник (оцінює якість продукту, обслуговування і наданої пропозиції), що дозволяє компанії визначити, наскільки її послуги відповідають потребам та очікуванням клієнтів. Як відомо, успішність організацій, орієнтованих на бізнес, а відповідно, і їх фінансові результати, в першу чергу, залежать, від того, наскільки компанії вдасться задовольнити очікування своїх клієнтів. Цей показник дозволяє компанії зрозуміти, як ефективно вона взаємодіє зі своїми клієнтами і надає їм підтримку та які аспекти роботи організації потребують покращення для забезпечення задоволеності та лояльності клієнтів та ін.;

- індекс якості обслуговування (SQI - Service Quality Index) – кількісно вимірює якість послуг, які надає компанія і відображає співвідношення сприйнятої та очікуваної якості послуги. Розрахунок показника проводиться на основі результатів анкетування споживачів послуги. При цьому використовуються дві анкети – для виміру очікувань споживача та його сприйняття якості отриманої послуги [13]. Цей показник дозволяє компанії зрозуміти, наскільки її послуги відповідають вимогам якості;

- оцінка рівня взаємодії (CES - Customer Effort Score) – конкретний показник, який фактично оцінює доступність, тобто можливість для клієнтів без додаткових проблем скористатися запропонованою йому фірмою послугою, швидкість, якість взаємодії із сервісним підприємством. Це особливо важливо для операційних систем із високим ступенем контакту зі споживачами, так як це безпосередньо впливає на повторювання їх взаємодії з цією організацією та кількість клієнтів, в т.ч. і постійних;

- індекс конкурентної якості (CQI - Competitive-Quality-Index) - показник ефективності цієї організації у порівнянні із конкурентами. Вимірюється середнє значення основних конкурентів і на основі цього визначається, який рівень займає досліджувана організація: вище або нижче за конкурентів;

- індекс задоволеності співробітників (ESI - employee satisfaction index) – вимірює, наскільки задоволені співробітники компанії своєю роботою та умовами праці. Цей показник дозволяє компанії зрозуміти, які аспекти її роботи потребують покращення для забезпечення задоволеності та продуктивності співробітників, адже якщо працівники не задоволені роботою чи компанією їх зусилля на забезпечення якості послуг будуть мінімальні;

- індекс досконалості процесів (PEI) вимірює тривалість та ефективність різних операцій компанії, які відповідають за якість надання послуг. Цей показник дозволяє компанії зрозуміти, наскільки її процеси ефективні та які аспекти їх роботи потребують покращення та ін.

Крім вищенаведених для транспортно-логістичних підприємств можуть бути застосовані специфічні показники якості:

- якість матеріально-технічних елементів (рухомого складу, паливо-мастильних матеріалів та ін.), що використовуються при наданні послуг;
- надійність послуг, в т.ч. дотримання термінів доставки вантажів, тобто час від одержання замовлення до доставки;
- повнота надання послуг, тобто надання клієнту послуги в повному обсязі;
- ступінь приступності в операційній системі при виконанні замовлення;
- стабільність постачання;
- гнучкість постачання - в залежності від індивідуальних вимог клієнтів;
- повнота і зручність розміщення і підтвердження замовлення;
- ефективність технології вантажообробки на складах;
- якість упакування і виконання пакетних і контейнерних перевезень;
- регулярність інформування про хід транспортно-логістичного обслуговування;
- кількість позитивних (негативних) відгуків щодо якості сервісних продуктів у соціальних мережах;
- рівень комунікабельності – можливість здійснення простих і оперативних інформаційних і матеріальних обмінів;
- рівень обслуговування (соціально-психологічний показник) – визначає ввічливість по відношенню до клієнта, його комфортність, гнучкість і ступінь відповідності оперативним запитам і побажанням клієнтів;
- безпека – гарантія того, що запропонована послуга не заподіє шкоди життю і здоров'ю людей, персоналу та буде безпечна для навколишнього середовища;
- можливість вибору певного транспортного засобу для перевезення вантажів (наприклад, рефрижератор, ізотерм та ін.), способу доставки та дотриманням вимог щодо упаковки вантажів на етапі доставки;
- зберігання та транспортування вантажів з дотриманням норм щодо товарного сусідства.
- кількість втрат та пошкоджень вантажів під час транспортування, що є важливим для визначення ефективності безпекових процесів та захисту товарів під час транспортування та ін.

На основі вищенаведених показників кожне транспортно-логістичне підприємство та згідно вимог клієнтів (блок 3) формує по кожному сервісному продукту таку номенклатуру показників оцінки якості, яка буде враховувати операційні конкурентні пріоритети і виражену компетентність [14]. Потім за обраними показниками по кожному сервісному продукту на основі моніторингу визначаються їх фактичні значення за конкретний період (місяць, квартал, рік або ін.) (блок 9), які у подальшому порівнюються з базовими або еталонними і виявляються відхилення (блок 10). Результати відхилень є базою для аналізу (блок 17) і подальшої роботи щодо удосконалення якості сервісних продуктів (блоки 18-20).

Крім того важливою складовою управління якістю є визначення чинників, які суттєво впливають на якість сервісних продуктів. Вони можуть бути як зовнішні, так і внутрішні; як керовані так і некеровані, як об'єктивні, так і суб'єктивні тощо.

На процес забезпечення якості сервісної продукції в транспортно-логістичних організаціях впливає низка факторів:

– технічні фактори: технічний стан транспортних засобів та обладнання; рівень прогресивності транспортних засобів та обладнання; технологія транспортно-логістичного обслуговування, технічний рівень інфраструктури, рівень технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів; рівень матеріально-технічного забезпечення транспортно-логістичних послуг та ін.;

– організаційні фактори: форми і способи транспортування та зберігання вантажів, розподіл праці, рівень організації операційних процесів; ефективність логістичної мережі, раціональність місця розташування підприємства; терміни виконання послуг, комплексність отримання послуг, новітні форми обслуговування клієнтів; рівень стандартизації послуг; рівень безпеки транспортно-логістичних послуг, організація клієнтської підтримки та взаємодії з клієнтами, впровадження інновацій, кооперація з партнерами та ін.;

– економічні фактори: ціни і собівартість транспортно-логістичних продуктів, рівень та системи заробітної плати працівників, рівень витрат на обслуговування і ремонт транспортної та складської інфраструктури, ступінь підвищення продуктивності праці та ін.;

– суб'єктивні фактори: професійна підготовка робітників, його компетентність, кваліфікація, навички, досвід роботи, їх задоволеність роботою, організаційна культура та культура організації праці та обслуговування, урахування індивідуальних вимог замовників та ін.

Тому у наступних блоках 5, 11-15 організовується робота по виявленню таких суттєвих факторів (блок 5), поділу їх на керовані та некеровані, а також проведення аналізу та оцінки (блок 11). Окремо для виявлених чинників, що негативно впливають на якість сервісних продуктів (блок 12), відділом якості (або менеджером з якості) розробляються заходи щодо усунення (або мінімізації) наслідків їх дії (блок 13). В умовах ризиків і загроз, в яких сьогодні працюють українські транспортно-логістичні компанії ця робота є надзвичайно важливою і першочерговою. Для керованих факторів у разі їх позитивного впливу на якість сервісних продуктів теж відділом якості (або менеджером з якості) розробляються заходи щодо використання операційних можливостей суб'єкта господарювання для покращення якості (блок 14). У блоці 15 організовується виконання цих заходів з урахуванням результатів роботи в блоках 6-8. Як правило, транспортно-логістичні підприємства постійно проводять низку заходів щодо ліквідації будь-яких відхилень від відповідності найвищим стандартам якості в кожному із видів діяльності по кожному сервісному продукту.

З точки зору вимог загального менеджменту якості (TQM) [6] до роботи щодо забезпечення якості повинні бути залучені усі працівники організації (звідси і назва загальний). Згідно цих вимог блок 6 – це відображення таких функцій управління якістю як планування та організування: визначаються завдання, які необхідно виконати для забезпечення якості, а потім розподіляються між усіма структурними підрозділами та працівників. Це дуже складна та кропітка робота.

Тому забезпечення якості повинно бути вбудоване у кожний операційний процес. Управління якістю у провідних транспортно-логістичних компаніях охоплює різні структурні підрозділи та посади. До таких основних підрозділів, які є характерними для транспортної логістики, відносяться:

– відділ якості (відділ контролю якості), який відповідальний за розробку та впровадження системи управління якістю в організації, в т.ч. визначає та аналізує статистичні дані, проводить моніторинг та аналізує якість сервісних продуктів, виконує внутрішній аудит, контролює операційні процеси щодо забезпечення якості сервісної продукції, визначає потреби у покращенні якості, розробляє та впроваджує заходи щодо покращення якості продукту та ін.;

– відділ логістики - забезпечує ефективне планування та управління логістичними процесами, що включає в себе планування маршрутів, вибір транспортних засобів, забезпечення потрібних

ресурсів та ін. з урахуванням вимог клієнтів щодо якості;

- відділ безпеки - відповідає за забезпечення безпеки вантажів та водіїв під час перевезення, контролює виконання вимог щодо безпеки відповідно законодавству, нормативним документам та клієнтів;

- відділ митного оформлення –забезпечує відповідність митних процедур та вимог, які стосуються митного оформлення товарів відповідно до вимог митних органів та сприяє оперативному виконанню та удосконаленню митних процедур з урахуванням потреб споживачів;

- відділ складської логістики –забезпечує зберігання та розподіл вантажів на складах компанії. Він контролює процеси зберігання та відвантаження вантажів, сприяє оптимізації простору на складах та забезпечує безпеку вантажів, у т.ч. згідно вимог клієнтів;

- відділ міжнародних перевезень (для суб'єктів, що здійснюють зовнішньо-економічну діяльність) – забезпечує організацію міжнародних перевезень вантажів, визначає оптимальні маршрути, забезпечує та контролює дотримання умов доставки та транспортної безпеки згідно договорів та ін.;

- відділ доставки - забезпечує організацію доставки вантажів до клієнтів. Він контролює процеси доставки, забезпечує виконання умов доставки, надає клієнтам інформацію про стан їх вантажу та ін.;

- відділ зв'язків з клієнтами - забезпечує ефективні комунікації з клієнтами та вирішення їх запитів та проблем, надає їм необхідну інформацію про послуги компанії, сприяє збільшенню рівня задоволеності клієнтів та ін.;

- відділ технічного обслуговування - відповідає за належний технічний стан транспортних засобів та їх обслуговування, контроль за технічними параметрами та обладнанням на транспорті.

- відділ з продажу та маркетингу - забезпечує просування послуг компанії на ринку, залучення нових клієнтів, аналізує та вдосконалює стратегії продажі, проводить маркетингові дослідження, включаючи визначення вимог споживачів та ін.;

- відділ кадрів - забезпечує підбір та навчання персоналу, контроль за виконанням вимог до кваліфікації, оцінку роботи співробітників та розробку програм навчання та ін. щодо забезпечення якості.

- керівництво компанії - відповідає за загальний стан управління якістю в організації, забезпечення його ресурсами та підтримку реалізації загальної та операційної стратегії підприємства, адже управління якістю є однією з ключових функцій керівництва будь-якого сучасного суб'єкта господарювання та ін.

Усі ці підрозділи співпрацюють між собою та з іншими підрозділами компанії для забезпечення високої якості послуг та задоволення потреб клієнтів. В цілому, успішна реалізація управління якістю в транспортно-логістичній компанії залежить від комплексного підходу та взаємодії різних підрозділів та посад, які беруть участь в цьому процесі.

Для цього кожний працівник організації повинен приймати особисту участь у процесі забезпечення якості транспортно-логістичних процесів і усвідомлювати відповідальність за виконання своїх функцій на своєму робочому місці згідно вимог компанії щодо якості.

Для того, щоб розроблені завдання були реалізовані згідно вимог організації необхідна ї належна підготовка персоналу, якій в управлінні якістю відводиться провідна роль. Ця робота різнопланова і включає (блок 7): проведення роз'яснювальної роботи серед персоналу щодо цілей в області якості (блок 2); організація систематичних навчань та регулярних тренінгів для підвищення

кваліфікації, розробка особистих цілей та індивідуальних планів розвитку для кожного співробітника для підвищення рівня їхньої компетентності щодо якості виконання операцій; розробка ефективної системи матеріальної та нематеріальної мотивації за результати щодо забезпечення якості сервісних продуктів та ін.

Також у транспортно-логістичних компаніях важлива роль повинна приділятися підбору нового персоналу з метою залучення професіоналів у галузі логістики та транспортних послуг. Для цього повинні бути належним чином проведені тестування, співбесіди, інші методи оцінки кваліфікації та досвіду кандидатів щодо їх спроможності якісно виконувати роботу на своїх робочих місцях відповідно вимог компанії.

Так як компетентний персонал є ключовою складовою для забезпечення високої якості послуг, транспортно-логістична компанія повинна не тільки формувати належний рівень компетентності своїх співробітників, а й проводити його оцінку. Це дозволяє виявити слабкі місця у підготовці персоналу та розробити план дій для поліпшення роботи щодо забезпечення високої якості продукції (послуг).

Оцінка рівня компетентності персоналу може проводитись з використанням різних методів, наприклад:

- тестування, яке забезпечує оцінку рівня знань та навичок персоналу з певної галузі. Можливо проведення тестування з питань техніки безпеки, знань про сервісний продукт, навичок щодо обслуговування клієнтів тощо;
- аудит робочих місць, який дозволяє оцінити ефективність роботи персоналу на робочих місцях та дотримання ними встановлених процедур та стандартів якості;
- зворотній зв'язок, що використовується для оцінки роботи працівника керівництвом, колегами та клієнтами і дозволяє сформувати повну картину роботи конкретного працівника, виявити його сильні та слабкі сторони;
- експертна оцінка, яка використовується для оцінки рівня компетентності персоналу експертами певної галузі, які можуть бути як співробітниками підприємства, так і зовнішніми залученими консультантами та ін.

Як відомо, для реалізації завдань та заходів необхідні фінансові ресурси. Тому у блоці 8 плануються витрати на забезпечення якості, а саме: витрати на підготовку персоналу (блок 7); на опитування клієнтів та необхідні маркетингові дослідження (блок 1), визначення показників оцінки якості (блоки 4,9,10,17), аналізу факторів (блоки 5,11-15), проведення інших досліджень та різної аналітичної роботи, затрати на урегулювання скарг, на інформаційне та документальне забезпечення, непередбачені втрати при транспортуванні та ін. У цьому ж блоці фінансові ресурси розподіляються за видами робіт та структурними підрозділами.

У блоках 15,16 відповідно впроваджуються розроблені заходи та виконуються заплановані завдання, закріплені за відповідними виконавцями.

Після аналізу та оцінки показників якості в розрізі кожного сервісного продукту, в т.ч. щодо рівня задоволеності споживачів та їх очікувань (блоки 18,19), проводиться аналіз та оцінка ефективності управління якістю усього підприємства. На основі цього аналізу виявляються «вузькі» місця та визначаються напрями удосконалення управління якістю, а також потреби транспортно-логістичного підприємства щодо забезпечення якості сервісних продуктів відповідно до вимог ринку та компанії. Робота по удосконаленню якістю повинна проводитися постійно, інакше підприємство не зможе виживати на ринку транспортно-логістичних продуктів в умовах постійно зростаючої та жорсткої конкуренції.

Отже управління якістю насамперед – це процес прийняття таких рішень, реалізація яких забезпечить ефективне функціонування і розвиток транспортно-логістичного підприємства в майбутньому. Відповідальність за наявність та ефективність управління якістю лежить на вищому керівництві транспортно-логістичної компанії.

Ключові вигоди, які можна отримати від впровадження та/або удосконалення управління якістю в транспортно-логістичному підприємстві різноманітні (складено на основі [6, с.3]):

- ресурси підприємства сконцентровані на задоволенні потреб і очікувань споживачів;
- поліпшення якості сервісних продуктів та їх безпеки ДСТУ;
- підвищення конкурентоспроможності транспортно-логістичної продукції та фірми на ринку;
- збільшення прибутковості та рентабельності підприємства;
- розширення бази лояльних замовників та кола постійних клієнтів і відповідно розширення ринку збуту;
- конкурентні переваги при участі в тендерах;
- підвищення ефективності операційних процесів;
- зростання капіталізації та інвестиційної привабливості організації;
- удосконалення управління: оптимізація в системі управління; підвищення керованості та прозорості організації;
- покращення ділової репутації підприємства;
- можливість виходу на закордонні ринки, участі у міжнародних проектах і співпраці з найбільшими вітчизняними та закордонними фірмами;
- безперервне поліпшення діяльності компанії;
- можливість залучення іноземних інвесторів та ін.

Висновки. Отже, управління якістю – це підсистема менеджменту транспортно-логістичного підприємства, яка координує процеси планування, забезпечення, контролю якості сервісної продукції. Основне її призначення - домогтися безперервного покращення якості сервісних продуктів для формування довгострокової конкурентоспроможності, в т. ч. і за рахунок ефективних операційних процесів.

У даний час відбувається формування нових концепцій і методів з управління якістю. Та й саме поняття «якість» стає все більш і більш багатогранним. Українським транспортно-логістичним підприємствам варто скористатися досвідом світового менеджменту для вирішення проблеми формування якості сервісної продукції в операційній діяльності.

Результати дослідження в подальшому можуть бути використані в управлінні якістю в операційній діяльності як підприємств транспорту, так і інших суб'єктів господарювання різних видів діяльності, що буде сприяти підвищенню їх конкурентоспроможності та економічної ефективності в ринкових умовах.

Перелік посилань

1. Концепція державної політики у сфері управління якістю продукції (товарів, робіт, послуг). Розпорядження Кабінету Міністрів України від 17 серпня 2002 р. № 447-р. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/447-2002-p>.

2. Закон України «Про захист прав споживачів». URL: <http://www.rada.gov.ua/laws/show/1023-12>.
3. Тенденції розвитку теорії і практики управління організаціями: монографія / За заг. ред. проф. Ложачевської О.М. Київ : ФОП Маслаков, 2018. С. 83-104.
4. Chase R.B., Aquilano N.J., Jacobs F.R. Operations Management for Competitive Advantage. New York: McGraw-Hill Irwin, 2001. 763 p.
5. Шаповал М.І. Менеджмент якості: підручник. 3-тє вид., доп. Київ: Знання, 2007. 471 с.
6. Stevenson W. Operations Management. 14th Ed. New York: McGraw Hill Education, 2020. 928с.
7. Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів. ДСТУ ISO 9000:2015 (ISO 9000:2005, IDT). Національний стандарт України. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 45с.
8. Безродна С.М. Управління якістю: навч. посіб. Чернівці: ПВКФ "Технодрук", 2017. 174 с.
9. [Карпюк О. А.](#) Методика застосування концепції "шість сигм" в системі управління якістю на підприємстві. *Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки*. 2014. № 4(1). С. 22-27.
10. Олійник Є. О., Олійник А. С., Пилипченко О. Г., Пугін О. С. Управління якістю продукції: сутність, принципи, основні підходи. *Агросвіт*. 2019. № 23. С. 79–86. DOI:[10.32702/2306-6792.2019.23.79](https://doi.org/10.32702/2306-6792.2019.23.79)
11. Криворучко О. М., Попова Н. В. Оцінювання якості транспортно-логістичного обслуговування споживачів. *Економіка транспортного комплексу*. 2018. Вип. 31. С. 91-109. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ektk_2018_31_8.
12. Овчаренко, А. Г. Оцінювання якості логістичного обслуговування споживачів. *Економіка трансп. комплексу*: зб. наук. пр. Харків, 2020. Вип. 35. С. 160–176. URL: <https://dspace.khadi.kharkov.ua/handle/123456789/2936>
13. Parasuraman A., Zeithaml B., Berry L.. SERQVAL: A Multiple-Item Scale for Measuring Customer Perceptions of Service Quality. *Journal of Retailing*. Spring, 1988. P. 12—40.
14. Сніжко Л.Л., Височило О.М. Особливості розроблення операційної стратегії транспортних підприємств з урахуванням життєвого циклу сервісного продукту. *Вісник Національного транспортного університету. Серія «Економічні науки». Науковий журнал*. Київ: НТУ, 2022. Вип. 4 (54). С.200-209. DOI:10.33744/2308-6645-2022-4-54-200-209.

QUALITY MANAGEMENT OF SERVICE PRODUCTS IN OPERATIONAL ACTIVITIES TRANSPORT AND LOGISTICS ENTERPRISES

Larisa Snizhko, Ph.D. (Candidate of Economics Sciences), Associate Professor of the Department of Management, Associate Professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: larasn14@gmail.com, тел.+380442808438, <https://orcid.org/0000-0002-8623-7185>

Summary. The article is dedicated to the study of quality management features in transport and logistics enterprises in Ukraine.

The research object is the process of quality management of service products in transport and logistics enterprises. In order for Ukraine's transport industry and transport logistics enterprises to survive, effectively compete, and thrive in the global, European, and national markets in conditions of wartime and in the post-war period, their service products must meet international quality standards and customer expectations. The

quality of service products produced and delivered by the operational system is one of the most important arguments in the fight for customers.

The article comprehensively examines the theoretical and practical aspects of quality management as one of the main means of ensuring the competitiveness of service sector enterprises. It describes the main components of quality management, taking into account the specific features of the operational activities of transport and logistics enterprises: quality management objects, quality goals, factors influencing the quality of the process of providing transport and logistics services, quality assessment indicators for service products, existing quality needs, quality management processes, structural subdivisions and positions involved in quality management, recruitment of personnel, their training and assessment of competence; planning of costs for the performance of quality assurance tasks and distribution of financial resources by types of work and structural subdivisions, etc. The most significant components of quality management theory and practice that are currently included in quality management are studied.

The research results can be further used in quality management in the operational activities of enterprises in both the transport sector and other service sectors of the economy, contributing to the improvement of their economic efficiency and competitiveness.

Keywords: quality, service product, operational activity, quality management, transport and logistics enterprise, consumer requirements.

References

1. Kontsepsiia derzhavnoi polityky u sferi upravlinnia yakistiu produktsii (tovariv, robit, posluh). Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 17 serpnia 2002 r. [The concept of state policy in the field of product quality management (goods, works, services): order of the Cabinet of Ministers of Ukraine from August 17, 2002] (2002, August 17). (n.d.). zakon.rada.gov.ua. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/447-2002-p>. [in Ukrainian].
2. Zakon Ukrainy «Pro zakhyst prav spozhyvachiv». [The Law of Ukraine «On the protection of consumer rights»]. (n.d.). zakon.rada.gov.ua. URL: <http://www.rada.gov.ua/laws/show/1023-12> [in Ukrainian].
3. Lozhachevska, O.M. (Eds.). (2018). Tendentsii rozvytku teorii i praktyky upravlinnia orhanizatsiiamy [Trends in the development of theory and practice of organization management]. (pp. 83-104). Kyiv : FOP Maslakov. [in Ukrainian].
4. Chase, R.B., Aquilano. N.J.& Jacobs. F.R. (2001). Operations Management for Competitive Advantage. New York: McGraw-Hill Irwin.
5. Shapoval, M.I. (2007). Menedzhment yakosti [Quality Management]. Kyiv: Znannia [in Ukrainian].
6. ~~Stevenson, W. (2020). Operations Management. 14th Ed. New York: McGraw Hill Education.~~
7. Systemy upravlinnia yakistiu. Osnovni polozhennia ta slovnyk terminiv. Natsionalnyi standart Ukrainy. [Quality Management Systems. Basic provisions and glossary of terms. National standard of Ukraine]. (2016). DSTU ISO 9000:2015 (ISO 9000:2005, IDT). Kyiv: DP «UkrNDNTs» [in Ukrainian].
8. Bezrodna, S.M. (2017). Upravlinnia yakistiu [Quality Management]. Chernivtsi: PVKF "Tekhnodruk [in Ukrainian].
9. Karpiuk, O. A. (2014). Metodyka zastosuvannia kontseptsii "shist syhm" v systemi upravlinnia yakistiu na pidpriemstvi. [The method of applying the "six sigma" concept in the quality management system

at the enterprise]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Ekonomichni nauky - Bulletin of the Khmelnytskyi National University. Economic sciences*. Vol. 4(1). pp. 22-27[in Ukrainian].

10. Oliinyk, Ye. O., Oliinyk, A. S., Pylypchenko, O. H. & Puhin, O. S. Upravlinnia yakistiu produktsii: sutnist, pryntsypy, osnovni pidkhody [Product quality management: essence, principles, main approaches]. *Ahrosvit - Agroworld*. Vol. 4(1). pp. 22-27. DOI:[10.32702/2306-6792.2019.23.79](https://doi.org/10.32702/2306-6792.2019.23.79) [in Ukrainian].

11. Kryvoruchko, O.N.& Popova, N.V. (2018) Otsiniuvannia yakosti transportnog-lohistychnogo obsluhovuvannia spoxhyvachiv [Evaluation of the quality of transport and logistics services to consumers] *Ekonomika transportnogo kpmpleksu. - Economic of the transport complex*. Vol.31. pp. 91-109 [in Ukrainian].

12. Ovcharenko, A. H. Otsiniuvannia yakosti lohistychnoho obsluhovuvannia spozhyvachiv. *Ekonomika transp. kompleksu* : [Evaluation of the quality of logistics service for consumers]. *Ekonomika transp. kompleksu - Economy of transp. of the complex*. Vol.35. pp. 160–176. [in Ukrainian].

13.Parasuraman A., Zeithaml B. & Berry L. SERQVAL: A Multiple-Item Scale for Measuring Customer Perceptions of Service Quality. *Journal of Retailing*. Spring 1988. pp. 12—40.

14.Snizhko, L.L. & Vysochylo, O.M. (2022) Osoblyvosti rozroblennia operatsiinoi stratchii transportnykh pidpriemstv z urakhuvanniam zhyttievoho tsyклу servisnoho produktu. [Peculiarities of the development of the operations strategy of transport enterprises taking into account the life cycle of the service product]. *Visnyk Natsionalnoho transportnoho universytetu. Serii «Ekonomichni nauky». Naukovyi zhurnal. - Visnyk National Transport University. Series «Economic sciences». Scientific and Technical Collection*. Kyiv: National Transport University. Vol. 4 (54), pp. 200-209. DOI:10.33744/2308-6645-2022-4-54-200-209 [in Ukrainian].

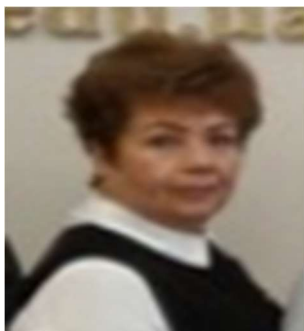
**ІНТЕРНЕТ- ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ЗАПОРУКА ЕФЕКТИВНОЇ МАРКЕТИНГОВОЇ
ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА**

DIDITAL - TECHNOLOGIES IN AUTO TRANSPORT ENTERPRISE MANAGEMENT



Заяц Ольга Василівна, кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри менеджменту, Національний транспортний університет, Київ, Україна, e-mail: zaiats.olga.v@gmail.com,

<https://orcid.org/0000-0002-6574-4516>



Іванчук Світлана Іванівна, кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри туризму, Національний транспортний університет, м. Київ, Україна, e-mail: лана-50@ukr.net,

<https://orcid.org/0000-0002-7280-2344>



Височило Оксана Миколаївна, старший викладач кафедри менеджменту, Національний транспортний університет, Київ, Україна, e-mail: visochiloksena@ukr.net,

<https://orcid.org/0000-0002-6187-2801>

Анотація. В статті досліджено Інтернет – технології, які наразі використовуються в маркетинговій діяльності підприємств. Встановлені сучасні види Інтернет- технологій. Встановлений понятійний апарат між Інтернет-технологіями та Інтернет- маркетингу. Інтернет-технології стали ключовим інструментом для розвитку та ефективної маркетингової діяльності підприємств. Вони відкривають безліч можливостей для просування товарів та послуг, взаємодії з клієнтами та побудови сильного бренду. Інтернет-технології та Інтернет-маркетинг взаємодіють та взаємодіють між собою,

створюючи інтегрований підхід до розвитку бізнесу та просування товарів чи послуг. Ці області тісно пов'язані та взаємодіють для досягнення стратегічних цілей бізнесу. Використання сучасних Інтернет-технологій допомагає підприємствам ефективно просувати свої продукти чи послуги, взаємодіяти з аудиторією та вдосконалювати стратегії маркетингу. Виявлені переваги та недоліки використання сучасних Інтернет – технологій.

Встановлено, що користувачів Інтернет – простору з кожним роком збільшується. Тенденція до зростання кількості користувачів спостерігається і в українському сегменті Інтернету. У 2021 році Інтернет Асоціація України оприлюднила результати щоквартального дослідження аудиторії українського Інтернету. Згідно з даними дослідження, в Україні користуються Інтернетом 21,6 млн користувачів. Серед сучасних європейських країн Україна посідає 9 місце, 15.3 % населення активно використовує можливості глобальної мережі. По відношенню до сусідніх держав цей показник є невисоким, адже майже чверть населення Польщі (22.5 %) активно використовують можливості Інтернету для комерційних та особистих цілей.

Загальний рівень доступу до Інтернету зріс з 30% у 2007 році до більш ніж 63% у 2021 році.

Дослідження наукових праць свідчить про зацікавленість наукового світу до ведення сучасного бізнесу за допомогою Інтернет - технологій. Багато авторів визначають, що саме застосування Інтернет-технологій є запорукою ефективного управління підприємствами.

В статті визначаються головні особливості традиційного ринку ведення бізнесу та через канали Інтернет- технологій. Головні особливості традиційного ринку ведення бізнесу та ринку через канали Інтернет-технологій можуть виявитися досить відмінними через різницю у підходах, взаємодії з клієнтами та характеристиках ведення бізнесу в цих двох середовищах. Обидва підходи мають свої переваги та недоліки, і вибір між ними часто залежить від специфіки бізнесу, цільової аудиторії та стратегічних цілей компанії. У сучасному світі багато компаній поєднують обидві стратегії, створюючи таким чином інтегровану модель ведення бізнесу.

Ключові слова: Інтернет-технологій, управління підприємством, Інтернет-простір, маркетинг, традиційний ринок.

Постановка проблеми. Однією з особливостей сучасного етапу діяльності підприємств сфери освіти, науки, культури, мистецтва, економіки, бізнесу та послуг є підвищення ролі й удосконалення інформаційного обслуговування. Інформаційне обслуговування на підприємстві, в умовах ринку, є смисловим аспектом соціальної взаємодії, однією з найбільших загальних характеристик будь-якої діяльності, включаючи управлінську[13].

Сфера послуг є наймасштабнішим середовищем діяльності в економічно розвинутих країнах і складає їх основну частину економіки (більше 50%). Однією із найбільш динамічних сфер обслуговування є індустрія гостинності та транспортний сектор. Управління будь-яким бізнесом сьогодні неможливе без активного використання інновацій в сфері інформаційних технологій та стрімким проникненням в усі сфери життя суспільства, персональних комп'ютерів і Інтернету[1].

Інтернет як один з видів інформаційних технологій забезпечує можливість спілкування і передачі інформації між користувачами (комп'ютерами) по всьому світу. У сучасному житті та глобальному інформаційному суспільстві стає неможливим ведення діяльності у будь-якій галузі без доступу до всесвітньої мережі Інтернет.

Активне впровадження сучасних Інтернет технологій у діяльність підприємств сфери обслуговування є необхідною умовою успішної роботи, оскільки точність, надійність, оперативність і

висока швидкість обробки та передачі інформації визначає ефективність управлінських рішень у даній сфері.

Саме в такому випадку у структурі інформаційних технологій підприємств сфери послуг важливу ланку займає автоматизація усіх робочих процесів: он-лайн бронювання, розрахунки із споживачами та управління господарською діяльністю в цілому. У практичній діяльності застосовуються різноманітні види інформаційних технологій, а саме: глобальні розподільчі системи; системи бронювання та резервування; електронні інформаційні системи; інформаційні системи менеджменту; мобільні системи зв'язку; послуги глобальної комп'ютерної мережі Інтернет.

Інтернет технології здатні допомогти підприємству вирішувати свої власні маркетингові задачі. Інтернет є одним із основних засобів просування та збуту готельних послуг: глобальна мережна відкриває доступ у рекламний простір країн світу, ознайомлюючи потенційних споживачів послуг з будь-якого куточка планети. Доступність будь-якої інформації може бути забезпечена сучасними інформаційними та Інтернет технологіями.

Аналіз і огляд останніх досліджень. Відзначаючи досить значний інтерес до означеної проблеми, слід також зазначити, що в нині в науковій літературі більшість учених розглядають питання застосування Інтернет - технологій в діяльності підприємств, як маркетингові заходи для підвищення ефективності діяльності підприємств. Питання про можливості використання можливостей Інтернету в діяльності комерційних підприємств висвітлені в ряді праць українських та зарубіжних вчених-теоретиків та практиків. Серед них – Є. Ромат, А. Дурович, Г. Багієв, А. Виноградов та інші. Разом з тим, достатньо не вивчені можливості використання Інтернет технологій українськими підприємствами індустрії туризму.

Теоретичні питання з цієї проблематики у межах загальної теорії ґрунтовно розроблені у працях таких учених: Ільницька-Гикавчук Г. Я., Зозульов О.В., Полторак К.А., Заморьонова Д.В., Стебляк О. В., Плєскач В. Л., Ярликів А.О., Литовченко І.Л., Пилипчук В.П., Мозгова Г.В., Компанець К.А., Литвишко Л.О., Городецький М.Я. та інших.

Так в роботі Мозгової Г.І.[9] «Інструменти інтернет-маркетингу та їх переваги для сучасних підприємств» [9] - визначаються головні аспекти використання інтернет – технологій та надається порівняльна характеристика з традиційними ринками ведення бізнесу. В роботі «Діджиталізація суспільства під впливом детермінантів пандемії COVID-19» [13], досліджено переваги застосування Інтернет – технологій в сучасному просторі. Дубовик Т.В. [10] розглядає Інтернет- технології, як інструменти маркетингової діяльності підприємства.

Тобто авторські думки приносять великий вклад в розуміння понятійного апарату Інтернет – технологій та визначають доцільність ведення бізнесу саме через ці канали в сучасних умовах. Але залишається не розкритим питанням визначення сучасних Інтернет – технологій, що принесуть ефективне ведення бізнесу в сучасних умовах.

Мета дослідження. Метою статті є визначення та дослідження сучасних Інтернет -технологій, що впливають на ефективну маркетингову діяльність підприємств.

Основна частина. З розвитком інформаційного суспільства та трансформації економічних відносин у площину мережі Інтернет, значної актуальності набувають питання ефективного використання можливостей, що відкривають для підприємств Інтернет-технології. Донедавна підприємства використовували всесвітню павутину переважно як засіб комунікації зі споживачем, тобто як один з інструментів просування. Проте сьогодні розвиток сфери комунікаційних технологій сягнув такого рівня, що це дає можливість впроваджувати різноманітні інструменти Інтернет у всі

процеси діяльності під приємства. Оскільки Інтернет-технології стають загальноновживаними у процесі діяльності суб'єктів ринку, постає питання щодо характеру впливу даних інструментів на економічні відносини[2].

Інтернет як канал маркетингових комунікацій є частиною так званих «нових ЗМІ». Крім Всесвітньої мережі туди також входять: цифрове телебачення, стільникова телефонія, компакт-диски тощо. Термін «нові ЗМІ» використовується з метою розмежування традиційних способів доставки інформації споживачам та методів, заснованих на використанні нових цифрових технологій.

У цей час фахівцями виділяються наступні п'ять специфічних особливостей Інтернету як одного з «нових ЗМІ»:

- 1) у більшості випадків покупець є ініціатором контакту з організацією;
- 2) покупець сам шукає інформацію, яка його цікавить;
- 3) висока утягнутість (залучення уваги) покупця при перегляді web-сайту;
- 4) в організації є широкі можливості для збору та класифікації інформації про покупців;
- 5) враховуються індивідуальні запити покупця, які приймаються до розрахунку при майбутніх контактах

У зв'язку зі специфікою Інтернет як «нового ЗМІ», виникають істотні відмінності у системі маркетингових комунікацій (СМК) у Мережі та традиційної СМК, застосовуваної в «оффлайновій реальності». Результати порівняльного аналізу системи комунікацій на Інтернет-ринку та на традиційному поданні у таблиці 1.

Тобто, сучасний стрімкий розвиток суспільства важко уявити без інформаційних технологій, які стикаються абсолютно з усіма галузями людської діяльності. Швидке поширення Інтернету, бурхливий розвиток комерційної діяльності в Інтернеті сприяли створенню нового напрямку в сучасній маркетинговій концепції – Інтернет-технологій.

Під впливом розвитку Інтернет відбуваються суттєві зміни в структурі та механізмах управління бізнесом взагалі, та його маркетинговими складовими зокрема. Застосування Інтернет-технологій у сфері маркетингової діяльності підприємств, забезпечує вагомі переваги у порівнянні із конкурентами, може значно підвищити ефективність їхньої діяльності.

У сучасних умовах Інтернет-технології можуть бути використані в наступних сферах та напрямках маркетингової діяльності. Інтернет-технології в маркетинговій діяльності підприємств виконують наступні функції:

- 1) інформативну: одержання комерційної інформації; електронне опитування споживачів; спостереження за відвідувачами серверів; розсилання опитувальних аркушів;
- 2) комунікативну: реклама та просування торгових марок; проведення PR-кампаній; підтримка споживачів; тестування нових продуктів зі зворотним зв'язком від споживачів;
- 3) збутову та логістичні функції: продажі через Інтернет-магазини; продажі через Інтернет-портали; продажі через Інтернет-сайти компаній. Комунікативні функції Інтернет-технології в практиці маркетингової діяльності підприємств зводяться до реклами та просування торгових марок в мережі, зв'язків із громадськістю та підтримки споживачів, забезпечення зворотного зв'язку із цільовою аудиторією [3].

Важливою функцією, що виконує Інтернет сьогодні, є функція забезпечення інформацією. Сьогодні Інтернет – це новий багатообіцяючий ефективний засіб для проведення всесвітніх маркетингових досліджень. Основні методи і інструменти проведення маркетингових досліджень: використання пошукових машин, каталогів, тематичних серверів Інтернет; проведення опитувань;

анкетування відвідувачів власного Web-сервера; дослідження конференцій; використання даних опитувань, проведених на інших серверах. Ще однією групою функцій Інтернет-технологій в маркетинговій діяльності підприємств є збутові та логістичні функції, що знаходять свою реалізацію в сучасних технологіях електронної комерції. Останнім часом найбільш перспективним варіантом використання Інтернет-технологій компаніями є електронна комерція (тобто по суті продажі та закупки через Інтернет) [4].

Таблиця 1 – Основні відмінності системи комунікацій на Інтернет-ринку й на традиційному ринку:

Table 1 – The main differences of the communication system on the Internet market and on the traditional market:

Параметри	«Традиційний» ринок	Інтернет-ринок
Модель комунікації	Один відправник - багато одержувачів	Один відправник - один одержувач або багато відправників - багато одержувачів
Спосіб одержання інформації споживачами	Компанія інформує споживачів	Споживачі самі знаходять інформацію, що цікавить
Концентрація на певному цільовому сегменті	Масовий маркетинг	Індивідуальний підхід до кожного клієнта
Інтерактивність	Монолог	Діалог
Підхід до брендінгу	Традиційний підхід, невисокий ступінь участі споживачів	Високий ступінь участі споживачів у процесі формування бренду, додаткові можливості додавання цінності
Позиція організації стосовно споживачів	Сторони пропозиції	З боку попиту
Внесок споживачів у створення продукту	Покупець як об'єкт додавання маркетингових зусиль	Покупець як партнер
Підхід до визначення цільових сегментів	Сегментація («арбітражний» підхід)	Мережні співтовариства
Роль географічних Кордонів ринку	Висока інтернаціоналізація пов'язана зі значними фінансовими витратами	Незначна

Джерело: сформовано авторами

Тобто Інтернет - технології відіграють важливу роль саме в маркетинговій діяльності підприємства. Новітні технології дозволяють забезпечити наступні переваги віртуального маркетингу в порівнянні з маркетингом, заснованим на традиційних технологіях:

- вартість повноцінної рекламної кампанії з використанням Інтернету набагато порядків нижче, ніж із застосуванням інших рекламних носіїв;
- Інтернет дозволяє повністю автоматизувати процес обслуговування потенційних клієнтів;

- Інтернет відкриває перед підприємством можливість не тільки організувати ефективний зворотний зв'язок з покупцем і оперативно вивчити його потреби, але й надзвичайно гнучко змінювати власні маркетингові плани і рекламні проекти відповідно до мінливої економічної ситуації;

- Інтернет – є ефективним інструментом для пошуку маркетингової інформації;

- використання Інтернету значно скорочує накладні витрати по просуванню товарів і послуг зі збереженням необхідної ефективності;

- Інтернет-технології дають можливість здійснення діяльності не прив'язуючись до конкретної території або локального ринку; - організація бізнес-процесу у віртуальному середовищі забезпечує можливість скорочення часу на пошук партнерів, здійснення угод і т. ін.

Завдяки цьому в розрізі дослідження виявляються декілька понятійних ознак як Інтернет - технології та Інтернет – маркетинг. Ці поняття спільні, так як відіграють основну роль при застосуванні в управлінні підприємством. Отже, Інтернет - технології допомагають спростити взаємодію учасників транспортного ринку, але при цьому змінюється технологія їхньої взаємодії. На сучасному етапі розвитку застосування можливостей глобальної мережі у діяльності переважної більшості вітчизняних підприємств стало невід'ємною складовою їх ефективного функціонування на ринку. В Інтернеті постійно формуються нові види електронних комерційних взаємовідносин, що спричинило появу такого терміну, як електронний бізнес, Інтернет - маркетинг та Інтернет - технології.

Сучасні наукові джерела демонструють різні підходи до трактування поняття Інтернет - технологій. Крім цього, більшу сутність такого поняття покладено, як було визначено саме в тлумаченні його як Інтернет – маркетинг. В таблиці 2 наведемо авторські думки стосовно визначення цих понять.

Тобто Інтернет-технології - це сукупність програмних і технічних засобів, які дозволяють створювати, обробляти, передавати, зберігати та отримувати інформацію за допомогою мережі Інтернет. Це включає в себе різноманітні технології, такі як веб-розробка, електронна комерція, соціальні мережі, хмарні технології, мобільні додатки, штучний інтелект та багато іншого.

Інтернет-технології стали ключовим інструментом для ефективної маркетингової діяльності підприємств. Вони надають можливості для залучення уваги клієнтів, спілкування з ними, аналізу результатів та оптимізації стратегій. Ось деякі аспекти, які підтверджують роль інтернет-технологій в маркетинговій діяльності підприємств (табл. 3)

Інтернет-технології визначають новий рівень ефективності в маркетингу, дозволяючи підприємствам збільшувати свою облікову записаність, взаємодіяти з клієнтами та прискорювати ринкові процеси. Спритність у використанні цих технологій може бути ключовою для успіху в сучасному бізнес-середовищі.

Інтернет-технології дозволяють підприємствам ефективно використовувати Інтернет для різних цілей, таких як залучення нових клієнтів, збільшення продажів, поліпшення комунікації з клієнтами та партнерами, автоматизація бізнес-процесів та багато іншого. Оцінка системи Інтернет-технологій в управлінні підприємством дозволяє виявити потенційні проблеми та недоліки та знайти шляхи для покращення їх роботи.

Мережа дає можливість з мінімальними витратами проінформувати багатомільйонну цільову аудиторію про послуги. Крім того, перевагами реклами в Інтернеті є те, що вона дозволяє передавати текстову, графічну, аудіо- та відеоінформацію, а також оцінювати ефективність заходів за рахунок зворотного зв'язку із цільовою аудиторією.

Впровадження Інтернет технологій відкриває нові можливості для ефективного вирішення основних завдань бізнесу. Експлуатація мережі дозволяє автотранспортному підприємству реалізувати програми ресурсозбереження шляхом зниження експлуатаційних витрат на утримання систем зв'язку, уникнути величезних навантажень, збільшити продуктивність праці, поліпшити якість послуг, виконуваних робіт і підвищити кваліфікацію працівників підприємства.

Таблиця 2 – Підходи до трактування поняття «Інтернет-технологій та Інтернет- маркетингу»

Table 2 – Approaches to the interpretation of the concept of "Internet technologies and Internet marketing"

Автор	Трактування
TAdviser	Internet-технології визначаються як комунікаційні, інформаційні та інші технології і сервіси, ґрунтуючись на яких здійснюється діяльність в Інтернеті або за допомогою нього[4].
Заморьонова Д.В.	Інтернет-технології організовують інформаційну взаємодію між людьми і активно використовуються при підготовці та розповсюдженні масової інформації. Завдяки їм, нарешті вирішено питання поширення інформації про товар або послугу, передачі інформаційного продукту. Межі більше не мають впливу в інформаційній сфері[3].
Плескач В. Л.	Електронний маркетинг – це соціальний і управлінський процес, спрямований на задоволення потреб споживачів у мережі Інтернет в ході створення пропозиції та обміну товарів / послуг за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій [5 с. 192]
Ярликов А.	Інтернет-маркетинг – це просування товарів і послуг на ринку продавця за допомогою інтернет-технологій, що використовують спеціальні інструменти (інструменти інтернет-маркетингу) [6]
Литовченко І.	Інтернет-маркетинг можна визначити як теорію та методологію організації маркетингової діяльності у середовищі Інтернету [7, с. 30]
Мятин Є.	Термін «інтернет-маркетинг слід розуміти як теорію і методологію організації маркетингу в гіпермедійному середовищі Інтернету [8]
Мозгова Г. В.	Інтернет-маркетинг – це процес використання сучасних інформаційних інтернет-технологій у ході проведені маркетингових досліджень, розробки товару, встановлення ціни, доведення до споживача та впровадження нових підходів з стимулювання збуту. [9]
Дубовик Т.В.	Інтернет-маркетинг – це процес, який спрямований на задоволення потреб споживачів із застосуванням інтернет-технологій та управління інструментами маркетингу [10.с.9].
Вікіпедія	Інтернет маркетинг (або електронний маркетинг, е-маркетинг) – це ведення маркетингу на основі електронних технологій. Практично це стосується інтернет-технологій продажу: електронної комерції наприклад та традиційної комерції, яка використовує засоби Інтернет, як допоміжну технологію. Якщо маркетинг — це залучення і утримання клієнтів, то Інтернет-маркетинг — залучення і утримання клієнтів в Інтернеті [11].

Джерело: сформовано автором

Тенденція до зростання кількості користувачів спостерігається і в українському сегменті Інтернету. У 2021 році Інтернет Асоціація України оприлюднила результати щоквартального дослідження аудиторії українського Інтернету. Згідно з даними дослідження, в Україні користуються Інтернетом 21,6 млн користувачів. Серед сучасних європейських країн Україна посідає 9 місце, 15.3 % населення активно використовує можливості глобальної мережі (рис.1.). По відношенню до сусідніх держав цей показник є невисоким, адже майже чверть населення Польщі (22.5 %) активно використовують можливості Інтернету для комерційних та особистих цілей.

Таблиця 2 – Інтернет - технології в маркетинговій діяльності підприємства

Table 2 – Internet technologies in the marketing activities of the enterprise

№	Інтернет-технології	Характеристика застосування в маркетинговій діяльності підприємства
1	Онлайн – присутність та Веб-сайт	Забезпечує онлайн-присутність та інформацію про продукти чи послуги, що є необхідним для сучасного споживача.
2	Електронна Торгівля (eCommerce)	Можливість прямого продажу через Інтернет, що розширює аудиторію та збільшує доступність продуктів.
3	Цифровий маркетинг	Соціальні мережі та контент-маркетинг: Реклама та взаємодія з аудиторією через платформи, такі як Facebook, Instagram, Twitter та інші. Електронна пошта та розсилки: Досягнення цільової аудиторії з персоналізованою інформацією та пропозиціями.
4	Пошуковий Маркетинг (SEO і SEM):	Оптимізація для пошукових систем (SEO): Підвищення видимості в пошукових системах для залучення більше відвідувачів. Платні рекламні кампанії (SEM): Використання платних оголошень для миттєвого привертання уваги.
5	Аналітика та Big Data:	Вимірювання та аналіз результатів: Застосування аналітики для вимірювання ефективності маркетингових кампаній та вивчення поведінки клієнтів. Використання Big Data для персоналізації: Збір та аналіз великих обсягів даних для створення персоналізованих пропозицій та стратегій.
6	Мобільний Маркетинг	Реклама та додатки для мобільних пристроїв: Залучення аудиторії через мобільні додатки та рекламу на мобільних пристроях.
7	Відео-Маркетинг	Створення відео контенту: Використання відео для ефективного розповсюдження інформації про продукти чи послуги.
8	Інтернет-Реклама та Ретаргетинг	Використання рекламних платформ: Спрямовування реклами на конкретну аудиторію та використання ретаргетингу для збільшення конверсії.
9	Контент-Менеджмент та CRM-Системи:	Ефективне управління контентом: Системи для створення, редагування та публікації контенту. CRM для взаємодії з клієнтами: Збереження та аналіз даних про клієнтів для покращення взаємодії та управління відносинами.

Джерело: Сформовано авторами

Загальний рівень доступу до Інтернету зріс з 30% у 2007 році до більш ніж 63% у 2021 році.

За останніми даними найбільший відсоток користувачів Інтернету в Азії - близько 2,6 мільярда людей або 54% від загальної кількості користувачів Інтернету у світі. Іншим за розміром регіоном є Європа з більш ніж 700 мільйонами користувачів Інтернету або близько 15% від загальної кількості. Далі йдуть Північна Америка, Латинська Америка та Карибський басейн, Африка та Океанія.

Проте варто відзначити, що доступність Інтернету різного типу в різних регіонах світу залежить від рівня розвитку інфраструктури та економіки країни. Також, згідно з даними ІТУ, у світі є понад 2 мільярди людей, які не мають доступу до Інтернету, особливо в країнах, що розвиваються.

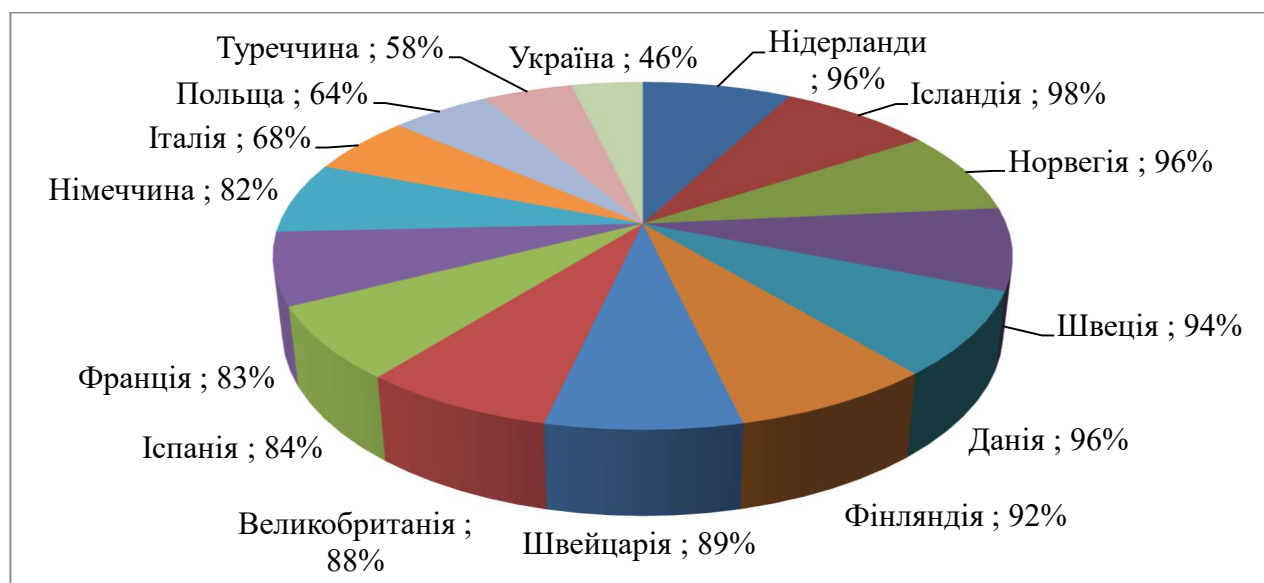


Рисунок 1 – Рейтинг країн Європи за часткою Інтернет-користувачів

Figure 1 – Ranking of European countries by the share of Internet users
Джерело: сформовано авторами [12]

За даними статистичного порталу Statista, на 2021 рік топ-5 країн Європи за часткою користувачів Інтернету в порядку спадання є:

1. Ісландія - 98,2%
2. Люксембург - 97,3%
3. Нідерланди - 96,3%
4. Данія - 96,1%
5. Норвегія - 95,6%

Інші країни з високим рівнем доступу до Інтернету в Європі включають Швейцарію (93,8%), Швецію (93,5%), Фінляндію (92,5%) та Латвію (90,7%). Проте варто відзначити, що доступність Інтернету може відрізнятися в різних регіонах та серед різних соціальних груп населення залежно від рівня розвитку інфраструктури та економіки країни.

Така популяризація мережі серед населення диктує необхідність використання її в діяльності автотранспортних підприємств, адже серед користувачів Інтернету обов'язково є споживачі

транспортних послуг. Дослідження показують, що реклама в Інтернеті може впливати на споживачів транспортних продуктів навіть більш ефективно, ніж теле- чи радіореклама. У зв'язку з цим постає завдання виявлення перспективних напрямків використання глобальної мережі Інтернет у практичній діяльності підприємств.

Висновки. Тобто Інтернет-технології стали ключовим інструментом розвитку та ефективної маркетингової діяльності підприємств. Вони відкривають багато можливостей для просування продуктів і послуг, взаємодії з клієнтами та створення сильного бренду. Інтернет-технології стають необхідною складовою для розвитку сучасного бізнесу та його конкурентоспроможності. Вони дозволяють ефективно спілкуватися з клієнтами, залучати їх у віртуальному середовищі та швидко реагувати на зміни в ринкових умовах.

Перелік посилань

1. Ільницька-Гикавчук Г. Я. Впровадження інноваційних підходів до управління бізнес-процесами на підприємствах / Г.Я. Ільницька-Гикавчук // Вісник Національного університету «Львівська Політехніка». 2015. – № 815. – С. 479.
2. Зозульов О.В., Полторак К.А. Роль інтернет-технологій у процесі узгодження економічних інтересів суб'єктів ринку.
3. Заморьонова Д.В. Актуальність використання інтернет-технологій в бізнесі. «Економіка. Менеджмент. Бізнес» №2(8), 2019.
4. Стебляк О. В. До питання оцінки ефективності проведених рекламних заходів // Економіка та підприємництво. К., 2020. Вип. 4. С. 143-148.
5. Плєскач В. Л. Технології електронного бізнесу : монографія / В. Л. Плєскач. – К. : КНЕУ, 2020. – 223 с
6. Ярликов А. Інструменти Інтернет-маркетингу. 2019. // URL: <http://takmak51.ru/>
7. Литовченко І.Л., Пилипчук В.П. Інтернет-маркетинг. Навчальний посібник. 2017.
8. Мятин Е. Подкастинг – синтез інтернет и радио. Матеріали російськомовного інтернет-видання про комп'ютерну техніку, інформаційні технології і програмні продукти iXBT. 2021. // URL: <http://www.ixbt.com/td/podcasting.shtml>
9. Мозгова Г.В. Інструменти інтернет-маркетингу та їх переваги для сучасних підприємств // Ефективна економіка. №10.2013// URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2429>
10. Дубовик Т.В. Інтернет-маркетингові комунікації: монографія/ Київ: КНТЕУ, 2019
11. Електронний маркетинг. // URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Електронний_маркетинг
12. Internet World Stats. — Wau of access [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.internetworldstats.com>
13. Компанець К.А., Литвишко Л.О., Городецький М.Я. Діджиталізація суспільства під впливом детермінантів пандемії COVID-19. Інформаційні технології в культурі, мистецтві, освіті, науці, економіці та бізнесі: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 22–23 квітня 2021 р. Київ. С 259 URL: http://knukim.edu.ua/wp-content/uploads/2021/12/ZBIRNYK_TEZ_ITKM_2021_CH2_na-sajt.pdf

DIDITAL - TECHNOLOGIES IN AUTO TRANSPORT ENTERPRISE MANAGEMENT

Olga Zayats, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Management, National Transport University, Kyiv, Ukraine, zaiats.olga.v@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6574-4516>

Svitlana Ivanchuk, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the Department of Tourism, National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: lana - 50@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-7280-2344>

Oksana Vysochilo, senior lecturer at the Department of Management, National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: visochiloksena@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-6187-2801>

Abstract. The article examines the Internet - technologies that are currently used in the marketing activities of enterprises. Modern types of Internet technologies are installed. The conceptual apparatus between Internet technologies and Internet marketing is established. Internet technologies have become a key tool for the development and effective marketing activities of enterprises. They open up many opportunities to promote products and services, interact with customers and build a strong brand. Internet technologies and Internet marketing interact and interact with each other, creating an integrated approach to business development and promotion of goods or services. These areas are closely related and interact to achieve strategic business goals. The use of modern Internet technologies helps businesses effectively promote their products or services, interact with the audience, and improve marketing strategies. The advantages and disadvantages of using modern Internet technologies are revealed.

It has been established that the number of Internet users is increasing every year. The tendency to increase the number of users is also observed in the Ukrainian segment of the Internet. In 2021, the Internet Association of Ukraine published the results of a quarterly survey of the Ukrainian Internet audience. According to the research, 21.6 million users use the Internet in Ukraine. Among modern European countries, Ukraine ranks 9th, 15.3% of the population actively uses the capabilities of the global network. In relation to neighboring countries, this indicator is low, because almost a quarter of the population of Poland (22.5%) actively use the Internet for commercial and personal purposes.

The overall rate of Internet access has increased from 30% in 2007 to more than 63% in 2021.

The study of scientific works shows the interest of the scientific world in conducting modern business with the help of Internet technologies. Many authors determine that the use of Internet technologies is the key to effective management of enterprises.

The article defines the main features of the traditional market of conducting business and through Internet technology channels. The main features of the traditional market of doing business and the market through Internet technology channels can be quite different due to the difference in approaches, interaction with customers and characterization of doing business in these two environments. Both approaches have their advantages and disadvantages, and the choice between them often depends on the specifics of the business, the target audience and the strategic goals of the company. In today's world, many companies combine both strategies, thus creating an integrated business model.

Keywords: Internet technologies, enterprise management, Internet space, marketing, traditional market.

References

1. Ilnytska-Gykavchuk G. Ya. Implementation of innovative approaches to business process management at enterprises / G. Ya. Ilnytsk-Hykavchuk // Bulletin of the National University "Lviv Polytechnic". 2015. - No. 815. - P. 479.
2. Zozulyov O.V., Poltorak K.A. The role of Internet technologies in the process of coordinating the economic interests of market subjects.
3. Zamoryonova D.V. The relevance of using Internet technologies in business. "Economy. Management. Business" No. 2(8), 2019.
4. Steblyak O.V. To the issue of evaluating the effectiveness of advertising measures // Economy and business. K., 2020. Issue 4. P. 143-148.
5. Pleskach V. L. Technologies of electronic business: monograph / V. L. Pleskach. - K.: KNEU, 2020. - 223 p
6. Yarlykov A. Internet marketing tools. 2019. // URL: <http://takmak51.ru/>
7. Lytovchenko I.L., Pylypchuk V.P. Internet marketing. Study guide. 2017.
8. Myatyn E. Podcasting – a synthesis of the Internet and radio. Materials of the Russian-language online publication about computer equipment, information technologies and iXBT software products. 2021. // URL: <http://www.ixbt.com/td/podcasting.shtml>
9. Mozhova G.V. Internet marketing tools and their advantages for modern enterprises // Effective economy. No. 10.2013// URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2429>
10. Dubovyk T.V. Internet marketing communications: monograph/ Kyiv: KNTEU, 2019
11. Electronic marketing. // URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Electronic_marketing
12. Internet World Stats. — Wau of access [Electronic resource] - Mode of access: [http://www.internetworldstats.com]
13. Kompanets K.A., Litvyshko L.O., Horodetskyi M.Ya. Digitalization of society under the influence of the determinants of the COVID-19 pandemic. Information technologies in culture, art, education, science, economy and business: materials of the International Scientific and Practical Conference, April 22-23, 2021, Kyiv. P. 259 URL: http://knukim.edu.ua/wp-content/uploads/2021/12/ZBIRNYK_TEZ_ITKM_2021_CH2_na-sajt.pdf

**ІНФОРМАЦІЙНИЙ ПРОСТІР: ФЕЙКИ ТА ДІПФЕЙКИ. ДИЗІНФОРМАЦІЯ ТА ЇЇ ВПЛИВ
НА ДІЯЛЬНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВ В СУЧАСНИХ УМОВАХ ВІЙНИ**

**INFORMATION SPACE: FAKES AND DEEP-FAKES. DISINFORMATION AND ITS
IMPACT ON THE ACTIVITIES OF ENTERPRISES IN MODERN WAR CONDITIONS**



***Компанець Катерина Андріївна**, кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри готельно - ресторанного бізнесу, Державного торговельно економічного університету, м. Київ, Україна, e-mail: ket13@ukr.net,*

<https://orcid.org/0000-0002-7189-2355>



***Городецький Микола Ярославович**, кандидат економічних наук, старший викладач кафедри міжнародного туризму і готельного бізнесу, Західноукраїнського національного університету. Тернопіль, Україна, e-mail: 0672083508@ukr.net,*

<https://orcid.org/0000-0003-3312-5945>



***Гончар Тетяна Миколаївна**, старший викладач кафедри менеджменту, Національний транспортний університет, Київ, Україна, e-mail: tetgonchar@ukr.net,*

<https://orcid.org/0000-0002-3724-3490>

Анотація. В статті досліджено сучасний стан ведення бізнесу підприємствами в умовах інформаційного простору. Досліджено позитивний та негативний вплив інформації на діяльність підприємств. На сучасному етапі розвитку суспільства і технологій інформаційний простір став складним та динамічним середовищем з численними викликами та можливостями. Сучасний інформаційний простір вимагає уваги до багатьох питань, включаючи безпеку, прозорість, етичність та захист прав та свобод користувачів. Триває пошук ефективних стратегій та рішень для забезпечення стійкої та етичної інформаційної сфери.

В статті дається визначення дезінформації та її види. Визначено самий загрозливий з них, а саме, дипфейк. Для боротьби з цими загрозами важливо вдосконалювати технології виявлення дипфейків, розвивати кіберзахист, підвищувати інформаційну грамотність суспільства та вдосконалювати законодавство, щоб врахувати виклики, які ставлять перед нами ці технології.

Встановлені загрози та ризики кожного з видів дезінформації. Визначені шляхи подолання. Для боротьби з цими загрозами важливо вдосконалювати технології виявлення дідфейків, розвивати кіберзахист, підвищувати інформаційну грамотність суспільства та вдосконалювати законодавство, щоб врахувати виклики, які ставлять перед нами ці технології. Важливо вдосконалювати технології виявлення та блокування ботів, розвивати алгоритми для розпізнавання штучної активності в мережі, а також залучати спільноту та користувачів до підтримки боротьби з автоматизованою маніпуляцією.

Ключові слова: інформація, інформаційний простір, фейки, дідфейки, дезінформація, діяльність підприємств.

Постановка проблеми. В сучасному стані воєнних дій в Україні стає актуальне питання про діз інформацію. Наразі інформативний простір є відіграє важливу роль в суспільстві в цілому та особливо для діяльності підприємств. Неякісна інформація може стати серйозною проблемою для діяльності підприємств, викликаючи різноманітні негативні наслідки. Неправдива або спотворена інформація може призвести до втрати довіри споживачів, клієнтів та інших зацікавлених сторін. Репутаційні проблеми можуть важко відновити, і вони можуть вплинути на відносини з клієнтами та партнерами. Неточна інформація про фінансові результати, стратегії або інші ключові аспекти бізнесу може призвести до невірного розуміння ринків та втрат інвестицій. Це може вплинути на ціну акцій, призводячи до фінансових втрат для інвесторів. Неправдива інформація може порушити закони та норми, що регулюють бізнес. Підприємство може стати об'єктом судових позовів або штрафів за розповсюдження маніпульованої інформації. Великими проблемами може бути стратегічні помилки, а саме прийняття рішень на основі неточної інформації може привезти до стратегічної помилки. Це може включати невірне визначення цільового ринку, конкурентного середовища чи ефективності певних стратегій.

На разі під час війни достовірність інформації є запорукою виживання та розвитку підприємств. Тому вивчення інформаційного простору є важливим завданням в сучасних умовах.

Аналіз і огляд останніх досліджень. В науковій літературі постійно приділяється увага інформації, як джерела якісного управління підприємством. Крім цього авторами надається наголос на маркетингові комунікації, що є провідником інформації про підприємства, товари, послуги. Можна відзначити роботи в цьому напрямку таких вчених, як: Антонюк І.[6], Демкова М. [4], Железняк К.[2], Медведева А.[6], Сидоренко Т.[1], Тягнирядно Л.[3], Федоряк Р.[1], Фігель М. [4], та інші. В наукових працях висвітлено питання про роль інформаційного простору, але не розкрити головні загрози. Тому стає за необхідне знати не тільки переваги а і загрози інформації.

Мета дослідження. Дослідження теоретичних та практичних засад впливу інформаційного простору на діяльність підприємств.

Основна частина. Маркетингові заходи із просування туристичних послуг змінюються у відповідності до змін у навколишньому середовищі, новизни та змісту пропозицій підприємств гостинності, зростання запитів, вимог до послуг, зростання чисельності досвідчених туристів. Особливе місце маркетингу в управлінні зумовлено, передусім, маркетинговими дослідженнями, в проведенні яких в умовах інформаційної економіки зацікавлене кожне підприємство, адже в сучасних умовах ефективність роботи прямо залежить від правильних управлінських рішень, які більшою мірою спираються на інформацію, отриману в ході маркетингових досліджень. Тому саме маркетингові дослідження можуть дати можливість підприємству ефективно функціонувати відповідно до вимог ринку та потреб споживачів[1].

Спроможність досягти конкурентної переваги і зберегти її залежить від ефективності маркетингової стратегії підприємства, що зумовлена орієнтацією стратегії на створення виняткової споживацької переваги, чутливістю до умов ринку, спрямованістю на розроблення нових товарів, послуг та визнанням глобального характеру конкуренції [2]. Все це, залежить від якісної, достовірної та вчасної інформації.

Інформація виступає основним об'єктом інформаційного суспільства, і її роль сьогодні важко переоцінити. Відображаючи реальну дійсність, вона інтегрується у всі напрямки діяльності держави, суспільства, громадянина. З появою нових інформаційних технологій, основою яких є впровадження засобів обчислювальної техніки, зв'язку, систем телекомунікації, інформація стає постійним і необхідним атрибутом забезпечення діяльності держави, юридичних осіб, громадських організації та громадян. Від її якості та достовірності, оперативності одержання залежать численні рішення, що приймаються на різних рівнях – від глави держави до громадянина. [4].

Інформація стає реальною, майже фізично відчутною силою.

Поняття "інформація" використовується в усіх галузях науки, і в правовій, зокрема. Воно набуло багатозначності й інтерпретується залежно від сфери вживання[4].

Термін "інформація" може мати кілька різних визначень, залежно від контексту. Ось кілька можливих розумінь та визначень:

1. **Загальне розуміння:** У загальному сенсі "інформація" - це знання або дані, які передаються або отримуються з метою розуміння чого-небудь. Це може включати текст, числа, мультимедійні файли, ідеї тощо.

2. **В інформаційних технологіях:** У сфері ІТ "інформація" може вказувати на дані, які обробляються та передаються за допомогою комп'ютерних систем. Це може бути текст, аудіо, відео, графіка, тощо.

3. **Філософське розуміння:** З погляду філософії інформація може розглядатися як концепція, пов'язана з розумінням та організацією даних, яка призводить до виникнення знань.

4. **Управління:** В контексті управління "інформація" вказує на дані, які використовуються для прийняття рішень та впливу на операційні процеси в організації.

Визначення та розуміння терміну "інформація" може змінюватися в залежності від контексту, у якому він використовується.

У контексті маркетингових досліджень та аналізу, термін "інформація" має особливе значення. Маркетингові дослідження включають збір, аналіз та інтерпретацію даних з метою розуміння ринкових тенденцій, споживчих поведінок та інших аспектів, які важливі для бізнесу. Інформація в маркетингових дослідженнях може бути поділена на кілька типів:

1. **Демографічна інформація:** Це дані, що стосуються характеристик публіки, таких як вік, стать, освіта, доходи та інші фактори, які допомагають визначити цільову аудиторію продукту чи послуги.

2. **Психографічна інформація:** Описує стилі життя, інтереси, цінності та інші психологічні аспекти споживачів. Це допомагає розуміти, які мотивації впливають на їхні вибори та покупки.

3. **Поведінкова інформація:** Аналізує споживчу поведінку, включаючи звички покупців, їхні уподобання, реакцію на рекламу та інші фактори, що впливають на їхні рішення.

4. **Географічна інформація:** Враховує географічні аспекти, такі як місцезнаходження клієнтів, регіональні відмінності в попиті та інші географічні чинники.

5. **Технічна інформація:** Включає в себе технічні аспекти, такі як використання технологій, прихильність у використанні платформ та інші технічні аспекти, які можуть впливати на споживацький досвід.

Ця інформація допомагає маркетологам та бізнесам розробляти стратегії продажу, підходи до маркетингу та удосконалювати свої продукти чи послуги з урахуванням потреб та очікувань своєї цільової аудиторії. Аналіз маркетингової інформації може також допомагати визначити конкурентні переваги, ідентифікувати можливості для розвитку та зменшення ризиків у сфері бізнесу.

Але на разі інформація нобула іншої форми. За допомогою інформації можливо покращити імідж компанії, а можливо повністю знищити з конкурентного ринку. За допомогою інформації можливо зробити лояльних покупців прихильних до себе, а можливо просто отримати зворотній результат. Неякісна, неправдива інформація може стати серйозною проблемою для діяльності підприємства. Визначимо головні ризики підприємств при отриманні і використанні дезінформації (табл.1)

Таблиця 1 – Проблеми, ризики та наслідки використання дезінформації підприємствами.

Table 1 – Problems, risks and consequences of the use of disinformation by enterprises.

Ризики	Ознаки
Репутаційні ризики	Неправдива або спотворена інформація може призвести до втрати довіри споживачів, клієнтів та інших зацікавлених сторін. Репутаційні проблеми можуть важко відновити, і вони можуть вплинути на відносини з клієнтами та партнерами.
Фінансові втрати	Неточна інформація про фінансові результати, стратегії або інші ключові аспекти бізнесу може призвести до невірного розуміння ринків та втрат інвестицій. Це може вплинути на ціну акцій, призводячи до фінансових втрат для інвесторів
Правові проблеми	Неправдива інформація може порушити закони та норми, що регулюють бізнес. Підприємство може стати об'єктом судових позовів або штрафів за розповсюдження маніпульованої інформації.
Стратегічні помилки	Прийняття рішень на основі неточної інформації може призвести до стратегічних помилок. Це може включати невірне визначення цільового ринку, конкурентного середовища чи ефективності певних стратегій
Конфлікти в команді	Якщо різні члени команди отримують різну інформацію або розуміють її по-різному, це може призвести до конфліктів внутрішньої комунікації та незгод в прийнятті стратегічних рішень.
Витрати часу на ресурси	Пошук та корекція неточної інформації може вимагати значних зусиль та ресурсів, що призводить до втрат часу та затрат на переорієнтацію.

Джерело: сформовано авторами

Щоб запобігти цим проблемам, підприємства повинні приділяти особливу увагу якості інформації, активно впроваджувати системи контролю та перевірки фактів, а також вдосконалювати процеси управління інформацією та комунікаціями всередині організації. Крім цього наразі інформація під час війни руйнує свідомість і людей (споживачів). Тому треба маркетологам звертати увагу і на те, що завдяки розумному інтелекту заявили і нові види дезінформації.

Дизінформація — це розповсюдження неправдивої або прихованої інформації з метою введення в оману або обману громадськості. Вона може набувати різних форм і виявлятися в різних сферах. Види дезінформації представлено на рис.1.

Розповсюдження дезінформації може мати серйозні наслідки для суспільства, бізнесу та політики, тому розпізнавання та протидія цьому явищу є важливим завданням. Розберемо детально кожен з видів дезінформації. Дані занесемо в таблицю 2.

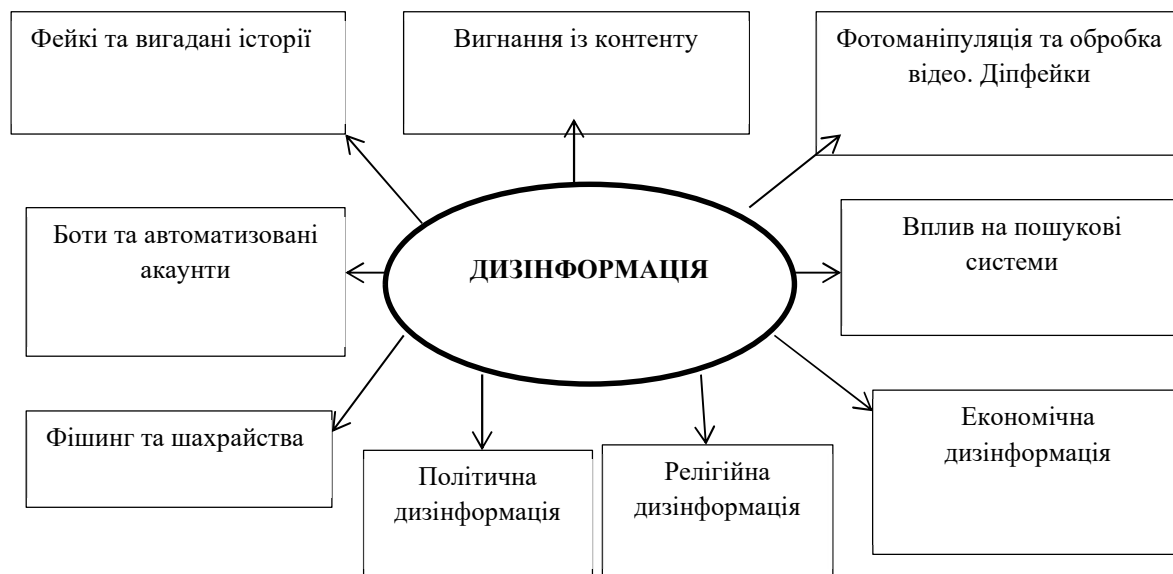


Рисунок 1 – Види дезінформації в сучасному інформаційному просторі.

Figure 1 – Types of disinformation in the modern information space.

Джерело: сформовано авторами

Таблиця 2 – Характеристика видів дезінформації
Table 2 – Characteristics of types of disinformation

Дизінформація	Характеристика	Загрози та ризики
Фейкі та вигадані історії	Створення неправдивих повідомлень, новин або історій з метою обману читачів. Це може включати як явно вигадані події, так і спотворення реальних подій	1. Роз'яснення та довіра: Фейки можуть підривати довіру громадськості до інформації та джерел новин. Це може вплинути на загальний рівень розуміння суспільних явищ та призводити до поширення стереотипів і неправильного розуміння подій. 2. Репутаційні ризики: Для осіб, брендів, компаній та організацій розповсюдження фейків може призвести до втрати репутації та довіри. Навіть одна неправдива історія може мати глибокі наслідки для образу бренду чи особи. 3. Ефективність ринків: Фейки можуть впливати на фінансові ринки, спричинюючи коливання цін акцій або інших фінансових показників. Це може веде до втрат для інвесторів та компаній. 4. Політичні втручання: Фейки та дезінформація можуть бути використані для впливу на політичні процеси, вибори та формування громадської думки. Це може викликати нестабільність і підривати демократичні інституції. 5. Кібербезпека: Використання фейків може бути частиною кібератак або фішингових кампаній, що призводить до порушення безпеки інформації та приватності. 6. Витрати на боротьбу з фейками: Компанії, медіа та організації повинні витратити значні кошти на боротьбу з фейками, виявлення неправдивої інформації та її виправлення. 7. Вплив на соціальний мир: Фейки можуть поглиблювати соціальні розбіжності, створювати конфлікти між групами та підривати соціальний мир. 8. Втрата особистої інформації: Шахраї можуть використовувати фейки для отримання особистої інформації від користувачів, що призводить до ризику крадіжки ідентичності та інших кіберзагроз.
Вигнання із контенту	Представлення інформації або цитат без врахування повного контексту, щоб змінити її значення або викликати неправильне	1. Неправильне розуміння ситуацій: Вигнання із контенту може призвести до неправильного розуміння подій чи інформації, що може вплинути на прийняття рішень як на особистому, так і на організаційному рівні. 2. Маніпуляція громадською думкою: Подання інформації без повного контексту може бути використано для маніпуляції громадською думкою, формування стереотипів та навіть провокування соціально-політичних конфліктів. 3. Репутаційні ризики: Для індивідів, компаній чи організацій, вигнання із контенту може стати причиною втрати репутації, оскільки спотворена інформація може виглядати об'єктивно та правдиво. 4. Поширення міфів та слуханок: Вигнання із контексту може сприяти поширенню міфів та слуханок, оскільки нецільова інформація може виглядати переконливо та обманливо. 5. Економічні наслідки: Для бізнесу вигнання із контексту може призвести до неправильного розуміння ринкових умов, конкурентного середовища та інших факторів, що може вплинути на прийняття невірних стратегічних рішень. 6. Поглиблення ділянок та конфліктів: В умовах соціальної нестабільності вигнання із контексту може сприяти поглибленню конфліктів та розбіжностей між різними групами чи спільнотами.

Фотоманіпуляція та обробка відео. Діпфейки	Зміна чи обробка зображень та відео для створення фейкових сценаріїв, які можуть виглядати як реальні події	1. Дезінформація та Маніпуляція: <i>Політика та виборчі кампанії:</i> Фотоманіпуляція та діпфейки можуть використовуватися для створення фальшивих заяв, інтерв'ю чи подій, що може впливати на громадську думку під час виборчих кампаній. <i>Репутаційні ризики:</i> Індивіди та організації можуть стати жертвами фейкових відео, що призводить до втрати репутації та довіри. 2. Безпека та Кіберзахист: <i>Шахрайства та обман:</i> Діпфейки можуть бути використані для шахрайства, коли зловмисники створюють фальшиві відео з метою обману користувачів та отримання конфіденційної інформації. <i>Кібератаки:</i> Використання діпфейків може посилити кіберзагрози, оскільки фальшиві відео можуть викликати паніку та призводити до непередбачуваних наслідків. 3. Порушення Приватності та Етики: <i>Використання особистих даних:</i> Діпфейки можуть використовувати зібрані в інтернеті відеоматеріали для створення вигаданих сценаріїв, що порушує приватність осіб. 4. Юридичні Питання: <i>Правова відповідальність:</i> Виникнення фейкових відео може породжувати питання щодо юридичної відповідальності та наближати до необхідності розробки нових правових рамок. 5. Суспільний Розкол: <i>Збільшення соціальних розбіжностей:</i> Використання діпфейків може призвести до загострення соціальних конфліктів та поглиблення розбіжностей у суспільстві.
--	--	---

Боти та втоматизовані акаунти	Використання автоматизованих акаунтів чи ботів для розповсюдження дезінформації та маніпуляції соціальними мережами.	1. Розповсюдження дезінформації: <i>Соціальні мережі:</i> Боти можуть використовуватися для автоматизованого розповсюдження фейків та дезінформації, впливаючи на громадську думку та суспільний діалог. <i>Політичні втручання:</i> Боти можуть бути задіяні у політичних кампаніях для створення штучної підтримки або впливу на результати виборів. 2. Атаки на Інтернет-ресурси: <i>DDoS-атаки:</i> Автоматизовані акаунти можуть брати участь у розподіленому відмові в обслуговуванні (DDoS) атаках для перевантаження інтернет-ресурсів та призводження до їхнього недоступності. 3. Шахрайства та Обман: <i>Фішинг:</i> Боти можуть використовуватися для автоматизованого розсилання фішингових повідомлень, спрямованих на отримання конфіденційної інформації від користувачів. 4. Маніпуляція Ринками: <i>Фінансові ринки:</i> Автоматизовані акаунти можуть впливати на фінансові ринки шляхом створення штучного попиту або пропозиції, що може викликати коливання цін. 5. Порухення Приватності: <i>Збір та обробка особистої інформації:</i> Боти можуть використовуватися для автоматизованого збору особистої інформації користувачів з метою надалі використовувати цю інформацію для шахрайства або неправомірних цілей. 6. Спотворення Звітності та Оглядів: <i>Онлайн-рейтинги та відгуки:</i> Боти можуть бути використані для автоматизованого створення фальшивих відгуків або штучного збільшення рейтингів певних продуктів чи послуг. 7. Поглиблення Поділів в Суспільстві: <i>Соціальні конфлікти:</i> Боти можуть використовуватися для розпалювання соціальних розбіжностей та конфліктів через масове розповсюдження провокацій та спірних публікацій
--------------------------------------	---	---

Вплив на пошукові системи	Спроби маніпулювати алгоритми пошукових систем для підняття неправдивих або спотворених результатів пошуку	1. Чорна оптимізація (Black Hat SEO): • <i>Неправомірні методи оптимізації:</i> Використання неправомірних методів, таких як надмірне використання ключових слів, приховані текстові блоки чи інші методи, які порушують правила пошукових систем. 2. Маніпуляція Рейтингами: • <i>Фейкові відгуки та рейтинги:</i> Створення фальшивих відгуків, штучного збільшення рейтингів або інших маніпуляцій, щоб вплинути на відображення результатів у пошукових системах. 3. Фішинг та Мошенництво: • <i>Фішингові сайти:</i> Створення штучних сторінок, що імітують легітимні ресурси, для збору конфіденційної інформації від користувачів. 4. Контентний Спам: • <i>Неправомірне розміщення контенту:</i> Автоматизоване розміщення великої кількості неправдивого або непотрібного контенту для підвищення рейтингу сторінки. 5. Загрози Безпеці: • <i>Шкідливі програми:</i> Пошкодження сайтів чи видача підозрілого контенту, який може стати джерелом загроз для безпеки користувачів. 6. Вплив на Рекламні Кампанії: • <i>Фальшиві кліки:</i> Автоматизовані акаунти, що генерують фальшиві кліки на рекламні блоки, можуть призводити до збитків для рекламодавців. 7. Зміна Алгоритмів Пошукових Систем: • <i>Несправедливі зміни алгоритмів:</i> Вплив на пошукові системи може здійснювати суб'єктивний вплив на ранжування результатів, що викликає недовіру та негативні наслідки для бізнесів. 8. Поглиблення Поділів в Мережі: • <i>Фільтрація та персоналізація:</i> Персоналізована видача може створювати "фільтровані бульбашки", які обмежують доступ до різноманітної інформації та поглиблюють поділ в суспільстві. 9. Ідентифікація та Збір Особистої Інформації: • <i>Приватні дані та слідкування:</i> Збирання та використання особистої інформації користувачів для наступного впливу на їхні видачі. 10. Збільшення Залежності від Пошукових Систем: • <i>Монополія та контроль:</i> Загроза великим компаніям, що контролюють пошуковий ринок, які можуть визначати стандарти та обмежувати конкуренцію.
----------------------------------	---	---

Фішинг та шахрайство	Використання обманливих методів для витягування особистої чи конфіденційної інформації від осіб	1. Крадіжка Особистої Інформації: <i>Логіни та паролі:</i> Атаки фішингу можуть спрямовуватися на отримання логінів та паролів, що може призвести до незаконного доступу до особистих акаунтів. 2. Фінансові Втрати: <i>Шахрайства з банківськими реквізитами:</i> Фішингові атаки можуть включати в себе піддавання користувачів впливовим шахраям, що призводить до втрат грош 3. Компрометація Корпоративної Безпеки: <i>Атаки на підприємства:</i> Фішинг може бути спрямованим на співробітників підприємства з метою здійснення атаки на корпоративну інфраструктуру, крадіжки конфіденційної інформації чи розповсюдження шкідливих програм. 4. Використання для Ідентифікаційного Обману: <i>Соціальний Інжиніринг:</i> Шахраї можуть використовувати фішинг для отримання особистих даних та використання їх для соціального інжинірингу, щоб введені в оману особи робили непередбачувані дії. 5. Загроза Інформаційній Безпеці: <i>Шкідливі програми:</i> Фішинг може бути використаним для поширення шкідливих програм, таких як віруси, троянці, різновиди рансомвару, що може завдати серйозного шкоди системам та даним. 6. Втрата Репутації: <i>Фальшиві Сайти та Імітації Брендів:</i> Фішинг може включати в себе створення фальшивих веб-сайтів, які імітують офіційні ресурси популярних брендів, що може призвести до втрат репутації та довіри користувачів. 7. Поширення Масової Дезінформації: <i>Фейкові Соціальні Мережі:</i> Фішинг може бути використаним для створення фейкових профілів та поширення дезінформації через соціальні мережі. 8. Напади на Користувачів: <i>Фішингові Атаки на Користувачів:</i> Загроза для звичайних користувачів через спроби виведення їх в оману та використання особистої інформації в шахрайських цілях.
-----------------------------	--	---

Політична дезінформація	Використання маніпуляцій та неправдивих заяв для впливу на громадську думку та політичні процеси	1. Маніпуляція Громадською Думкою: • <i>Фальшиві новини та інформація:</i> Розповсюдження фальшивих новин та спотвореної інформації для впливу на громадську думку та створення штучних переконань. 2. Втручання в Вибори: • <i>Спроби маніпулювання результатами:</i> Використання дезінформації для впливу на виборчий процес, створення або посилення політичних конфліктів. 3. Збурення Суспільної Стабільності: • <i>Поширення провокацій та конфліктів:</i> Використання дезінформації для створення або поглиблення соціальних та політичних конфліктів, що може призвести до нестабільності в суспільстві. 4. Атаки на Інститути Демократії: • <i>Підриг демократичних процесів:</i> Використання дезінформації для підриг демократичних процесів, навіть через спроби дискредитації виборів або інших ключових інститутів. 5. Загрози Національній Безпеці: • <i>Поширення неправдивих звітів про кризи:</i> Використання дезінформації для створення неправдивого образу кризи або екстрених ситуацій, що може впливати на рішення влади та реакцію громадськості. 6. Вплив на Зовнішні Стосунки: • <i>Порушення міжнародних відносин:</i> Використання дезінформації для впливу на сприйняття та ставлення до інших країн або міжнародних питань. 7. Втрата Довіри до ЗМІ та Інформаційних Джерел: • <i>Скептицизм щодо ЗМІ:</i> Постійне використання дезінформації може призводити до загального скептицизму щодо ЗМІ та інших інформаційних джерел. 8. Використання Технологій Штучного Інтелекту: • <i>Діпфейки та глибокий фейк:</i> Використання технологій, які створюють вигляд автентичних відео чи аудіозаписів з фіктивним вмістом. 9. Загрози Захищеним Меншинам: • <i>Дискримінація та ворожість:</i> Використання дезінформації для створення атмосфери дискримінації та ворожості до захищених меншин.
--------------------------------	---	--

Релігійна дезінформація	Розповсюдження неправдивих чи спотворених інформаційних повідомлень, які стосуються релігійних питань чи вірувань.	Втручання у Релігійні Вірування: <i>Спотворення священних текстів:</i> Можливість спотворення та викривлення текстів священних писань для підтримки певних агенд або ідеологій. Створення Конфліктів та Розбратів: <i>Поширення релігійної нетерпимості:</i> Дезінформація може бути використана для посилення релігійної нетерпимості, створення конфліктів між різними віросповіданнями та групами. Порушення Релігійної Гармонії: <i>Створення напруженості між вірниками:</i> Релігійна дезінформація може провокувати напруженість та недовіру між прихильниками різних релігій. Вплив на Релігійні Лідери та Організації: <i>Дискредитація релігійних лідерів:</i> Спроби дискредитації релігійних лідерів або організацій через розповсюдження неправдивих чи перекручених інформаційних матеріалів. Поширення Спростуваних Стереотипів: <i>Створення стереотипів та передвищень:</i> Використання дезінформації для створення неправдивих стереотипів та передвищень стосовно певних релігійних груп. Маніпуляція Вірників: <i>Спроби впливу на релігійні погляди:</i> Використання дезінформації для маніпуляції вірниками та зміни їхніх релігійних переконань. Вплив на Релігійні Практики: <i>Спотворення релігійних обрядів та практик:</i> Можливість створення фальшивих або спотворених релігійних обрядів та практик для зміни сприйняття вірників. Використання Технологій для Дезінформації: <i>Використання соціальних мереж:</i> Розповсюдження дезінформації через соціальні мережі та інші технологічні засоби для швидкого та широкого впливу.
-------------------------	--	---

Економічна дезінформація	Широкомасштабна розповсюдження фейкових або прихованих економічних даних для впливу на фінансові ринки або інвестиційні рішення	1. Маніпуляція Фінансовими Ринками: - Розповсюдження неправдивих фінансових новин: Використання дезінформації для спотворення оцінок ринкової ситуації, що може призвести до необґрунтованих коливань на фінансових ринках. 2. Псевдоекономічні Атаки: - Створення неправдивих економічних звітів: Розповсюдження фальшивих економічних звітів та статистики, що може вплинути на рішення інвесторів та фінансових аналітиків. 3. Дискредитація Фінансових Інститутів: - Спроби дискредитації банків та фінансових установ: Використання дезінформації для порушення довіри до банків, фінансових установ та регуляторів. 4. Підлив Довіри до Бізнесу: - Фальшиві новини про підприємства: Розповсюдження неправдивих інформаційних матеріалів щодо фінансового стану, стратегій та планів підприємств. 5. Втручання в Торговельні Відносини: - Створення штучних торговельних конфліктів: Використання дезінформації для спровокування торговельних конфліктів та порушення економічної співпраці. 6. Руйнування Репутації Брендів: - Фейкові новини про продукцію та послуги: Спроби підірвати довіру до брендів через розповсюдження дезінформації про їхню продукцію, послуги або практики. 7. Маніпуляція Вартості Валют: - Розповсюдження неправдивої інформації про валютні курси: Використання дезінформації для впливу на валютні курси та обмінні курси. 8. Вплив на Регуляторну Політику: - Ложні інформаційні кампанії для впливу на регуляторні рішення: Використання дезінформації для впливу на регуляторні органи та прийняття політичних рішень у галузі економіки. 9. Загрози Інвестиційній Клімату: - Порушення інвестиційного клімату: Використання дезінформації для створення негативного образу країни або регіону, що може вплинути на інвестиційний клімат. 10. Використання Технологій Штучного Інтелекту: - Генерація фейкових аналітичних звітів: Використання технологій штучного інтелекту для створення вигляду автентичних, але фейкових аналітичних документів.
--------------------------	---	---

Джерело: сформовано авторами

Одним із важливих, ба навіть ключових, елементів повномасштабної війни росії в Україні є інформаційний фронт. Країна-терорист роками вкладала мільйони в те, щоби пропагандистська армія спотворювала інформацію й поширювала російські наративи, які викривлюють реальність. Так народилися наративи про "недодержаву", "утиски російськомовного населення", "укрофашистів". Крім того, потужною зброєю окупантів стало щоденне масштабування сотень тисяч фейків про Україну та українців[3]. Аби сіяти сумніви, росія з початку повномасштабного вторгнення, за даними "Детектор медіа", "збільшила витрати держбюджету на державні телеканали, агенції та видання. Суми підскочили в 3,2 рази в порівнянні з аналогічним періодом минулого року. В абсолютних цифрах за три місяці 2022 року це еквівалент 217 мільйонів євро"[3].

Саме під час війни найпопулярною інформаційною атакою стали дівфейки, саме вони створили паніку українців. В перші дні війни в соц. Мережах було викладено відео ролік дівфейк виступи президента України Володимира Зеленського. В якому було висловлена про інформація о здачі Києва і про капітуляцію України. Для перегляду надаємо посилання <https://bit.ly/3i9XgPd>). Саме від дівфейків страждають репутації відомих та публічних людей, великих підприємств та невідь країн в цілому. Приклади таких дівфейків викладено на платформі ДІЯ.

У сучасній мережі інтернету існує велика кількість таких підроблених відео, зокрема на відеостримінговій платформі YouTube. Одним із найвідоміших дівфейків сучасної історії став ролик із виступом Барака Обама, випущений у 2018 році.

- <https://www.youtube.com/watch?v=cQ54GDm1eL0>

Виглядає справді досить реально, щоб повірити. Автором цього дівфейку став американський режисер Джордан Піл. У кінці ролику він демонструє, як сам записує це відео, а далі за допомогою програми накладає зображення президента. Глядач баче кінцевий результат, де начебто Барака Обама невітшно відгукується про Дональда Трампа.

Популярним персонажем для створення дівфейків став Том Круз. Цей невимушений жарт досяг неймовірних масштабів. У соціальній мережі TikTok був створений обліковий запис @deptomcruise, присвячений відеофейкам за участю відомого актора.

- <https://www.youtube.com/watch?v=iyiOVUbsPcM>

Ще один реалістичний ролик за участю Моргана Фрімена. На відео автор Бет Шувінк (Boet Schouwink) розповідає про глибоку фейкову сенгулярність голосом американського актора. Справді можна повірити.

- <https://www.youtube.com/watch?v=oxXpB9pSETo> [4]

Тобто, Дівфейк (дизінформація або маніпуляція інформацією з метою створення фейкового враження) може мати значний вплив на діяльність підприємств у сучасних умовах. Ось деякі аспекти, які слід враховувати:

1. **Репутаційні ризики:** Дівфейк може призвести до поширення неправдивої інформації про підприємство, що впливає на його репутацію. Це може призвести до втрати довіри споживачів, клієнтів та інших зацікавлених сторін.

2. **Фінансові наслідки:** Якщо дівфейк впливає на ринкову ціну акцій або інших фінансових показників підприємства, це може мати серйозні фінансові наслідки. Інвестори можуть реагувати на маніпульовану інформацію, що призводить до коливань на ринку.

3. **Конкурентність:** Дівфейк може використовуватися для збентеження конкурентів або спотворення ринкових умов. Це може призвести до некоректної конкуренції та втручання в ринковий порядок.

4. **Законодавчі наслідки:** Розповсюдження дівфейку може призвести до законодавчих заходів і реакцій влади. Підприємства можуть стикатися з правовими наслідками, якщо їхній бізнес або репутація стає об'єктом масштабної дезінформації.

5. **Захист інформації:** Підприємства повинні бути готові до виявлення та протидії дівфейку. Захист інформації та вживання заходів щодо виявлення та відповіді на маніпуляції є важливим елементом управління ризиками.

6. **Соціальні мережі та медіа:** Оскільки соціальні мережі та медіа є основними каналами поширення дівфейку, підприємства повинні активно взаємодіяти з цими платформами для виявлення та виправлення фейкової інформації.

Для боротьби з цими загрозами важливо вдосконалювати технології виявлення дівфейків, розвивати кіберзахист, підвищувати інформаційну грамотність суспільства та вдосконалювати

законодавство, щоб врахувати виклики, які ставлять перед нами ці технології. Усі ці аспекти підкреслюють важливість для підприємств у сучасних умовах бути готовими до виявлення та відповіді на діпфейк, а також активно взаємодіяти з різними зацікавленими сторонами для збереження репутації та довіри.

Висновки. Інформаційний простір веде не тільки до переваг ведення бізнесу, але і велику загрозу в створенні негативного іміджу підприємства. Для боротьби з цими загрозами важливо вдосконалювати технології виявлення діпфейків, розвивати кіберзахист, підвищувати інформаційну грамотність суспільства та вдосконалювати законодавство, щоб врахувати виклики, які ставлять перед нами ці технології. Важливо використовувати критичне мислення при сприйнятті інформації, перевіряти джерела та забезпечувати повний контекст при поданні інформації. Навчання громадськості та підвищення інформаційної грамотності також можуть сприяти зменшенню впливу вигнання із контексту. Підтримувати високі стандарти журналістики, впроваджувати технологічні засоби виявлення дезінформації та активно залучати спільноту до боротьби з цим явищем.

Перелік посилань

1. Компанець К.А., Федоряк Р.М., Сидоренко Т.М.. Формування та практичне застосування маркетингових досліджень в діяльності підприємств готельно-ресторанного бізнесу. V Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні тенденції розвитку фінансових та інноваційно-інвестиційних процесів в Україні» Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця 25 лютого 2022 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/fiip/fiip2022/schedConf/presentations>
2. Железняк К.Л., Компанець К.А. Маркетингові дослідження – інструмент стратегічного управління конкурентоспроможністю підприємства. Причорноморські економічні студії. 2019. Випуск 46. С. 83-87. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: DOI:<https://doi.org/10.32843/bses.46-14>
3. Тягнирядно Л. Дезінформація, пропаганда і все, що між ними: як розпізнати і захиститися. Інформаційний журнал Директ Медія. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://detector.media/withoutsection/article/201754/2022-08-10-dezinformatsiya-propaganda-i-vse-shcho-mizh-nymy-yak-rozpiznaty-i-zakhystytysya/>
4. Демкова М., Фігель М. Інформація, як основа інформаційного суспільства: поняття та правове регулювання. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://dl.nure.ua/pluginfile.php/468/mod_resource/content/3/content/content2.html
5. Інформаційний портал ДІА [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://osvita.diia.gov.ua/news/what-is-a-deepfake>
6. Антонюк І.Ю., Медведєва А.О., Компанець К.А. Прийоми маркетингу в організації ресторанного бізнесу України під час війни. «Наука і техніка сьогодні» Випуск № 5(5) 2022. С. 78-87 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: DOI:[https://doi.org/10.52058/2786-6025-2022-5\(5\)-78-866](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2022-5(5)-78-866)

INFORMATION SPACE: FAKES AND DEEP-FAKES. DISINFORMATION AND ITS IMPACT ON THE ACTIVITIES OF ENTERPRISES IN MODERN WAR CONDITIONS

Kateryna Kompanets, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Hotel and Restaurant Business, State University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine, e-mail: ket13@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-7189-2355>

Mykola Horodetskyi, candidate of economic sciences, senior lecturer at the Department of International Tourism and Hotel Business, West Ukrainian National University. Ternopil, Ukraine, 0672083508@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-3312-5945>

Tetyana Gonchar, senior lecturer at the Department of Management, National Transport University, Kyiv, Ukraine, tetgonchar@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-3724-3490>

Abstract. The article examines the current state of business conduct by enterprises in the information space. The positive and negative impact of information on the activities of enterprises was studied. At the current stage of development of society and technology, the information space has become a complex and dynamic environment with numerous challenges and opportunities. The modern information space requires attention to many issues, including security, transparency, ethics, and protection of users' rights and freedoms. The search for effective strategies and solutions to ensure a sustainable and ethical information sphere continues.

The article defines disinformation and its types. The most threatening of them, namely, deepfake, has been determined. To combat these threats, it is important to improve deepfake detection technologies, develop cyber defenses, increase public information literacy, and improve legislation to take into account the challenges these technologies pose to us.

Threats and risks of each type of disinformation are established. Definite ways to overcome. To combat these threats, it is important to improve deepfake detection technologies, develop cyber defenses, increase public information literacy, and improve legislation to take into account the challenges these technologies pose to us. It is important to improve technologies for detecting and blocking bots, develop algorithms for recognizing artificial activity on the network, and involve the community and users in supporting the fight against automated manipulation.

Keywords: information, information space, fakes, deepfakes, disinformation, enterprise activity.

References

1. Kompanets K.A., Fedoryak R.M., Sydorenko T.M.. Formation and practical application of marketing research in the activities of hotel and restaurant business enterprises. V International scientific and practical conference "Modern trends in the development of financial and innovation-investment processes in Ukraine" Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia February 25, 2022 [Electronic resource]. – Access mode: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/fiip/fiip2022/schedConf/presentations>
2. Zheleznyak K.L., Kompanets K.A. Marketing research is a tool for strategic management of the company's competitiveness. Black Sea Economic Studies. 2019. Issue 46. P. 83-87. [Electronic resource]. – Mode of access: DOI:<https://doi.org/10.32843/bses.46-14>
3. Tyagniryadno L. Disinformation, propaganda and everything in between: how to recognize and protect yourself. Information magazine Direct Media. [Electronic resource]. – Access mode: <https://detector.media/withoutsection/article/201754/2022-08-10-dezinformatsiya-propaganda-i-vse-shcho-mizh-nymy-yak-rozpiznaty-i-zakhystytysya/>
4. Demkova M., Figel M. Information as the basis of the information society: concept and legal regulation. [Electronic resource]. – Access mode: https://dl.nure.ua/pluginfile.php/468/mod_resource/content/3/content/content2.html
5. Information portal DIYA [Electronic resource]. – Access mode: <https://osvita.diia.gov.ua/news/what-is-a-deepfake>
6. Antonyuk I.Yu., Medvedeva A.O., Kompanets K.A. Marketing techniques in the organization of the restaurant business of Ukraine during the war. "Science and Technology Today" Issue No. 5(5) 2022. P. 78-87 [Electronic resource]. – Mode of access: DOI:[https://doi.org/10.52058/2786-6025-2022-5\(5\)-78-86](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2022-5(5)-78-86)

МЕХАНІЗМ ДЕРЖАВНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ОПЛАТИ ПРАЦІ В УКРАЇНІ

MECHANISM OF STATE REGULATION OF LABOR PAYMENT IN UKRAINE



Коба Артем Андрійович, аспірант кафедри економіки, Національний транспортний університет, Київ, Україна, koba-artem@ukr.net,

<https://orcid.org/0000-0002-6279-0074>

Анотація. Стаття розглядає сутність та значення державного регулювання оплати праці як важливого інструменту в сфері соціально-економічної політики. Зазначається, що державне втручання спрямоване на забезпечення справедливості, стабільності та ефективності на ринку праці.

Мета статті – узагальнення результатів досліджень та формалізація теоретичних засад державного регулювання організації оплати праці з урахуванням особливостей викликів сьогодення та тенденцій розвитку умов господарювання.

Метод дослідження – теоретико-логічне обґрунтування механізму державного регулювання оплати праці як цілісної системи, орієнтованої на забезпечення справедливості, стабільності та ефективності у сфері праці.

Головну мету функціонування механізму визначено як створення справедливих, ефективних та стійких умов оплати праці, які забезпечують гідний рівень життя для працівників, сприяють соціальній справедливості та розвитку ринку праці.

Висвітлюються основні принципи (соціальна справедливість, рівність та захист; прозорість і порівнянність; стимулювання продуктивності; гнучкість та адаптивність; демократичність), функції (встановлення мінімального рівня оплати праці, захист прав працівників, регулювання систем податків та соціальних внесків, стимулювання розвитку галузей та ринків, моніторинг та аналіз ринку праці, забезпечення рівних умов оплати для працівників, удосконалення систем соціального захисту, формування ефективних стандартів праці) та цілі державного регулювання, а також його важливість у забезпеченні гідної оплати праці та соціальної справедливості.

Підкреслюється важливість постійного вдосконалення системи, щоб вона відповідала змінам у суспільстві та економіці. Аналізуються переваги партнерського регулювання, де держава співпрацює з роботодавцями та профспілками для досягнення загальних цілей. У висновку вказується, що державне регулювання оплати праці є необхідним для підтримки сталого розвитку та забезпечення справедливих та економічно ефективних умов на ринку праці.

Ключові слова: оплата праці, механізм регулювання оплати праці, державне регулювання оплати праці, мотивація персоналу, системи оплати праці.

Постановка проблеми. Трудові ресурси є надзвичайно особливим видом ресурсів в силу того, що це не тільки найважливіший чинник виробництва, але й дуже складна соціальна категорія. Формування трудового потенціалу і ефективне його використання потребує врахування цілої низки факторів, а саме: забезпечення можливості на життєдіяльність, витрати на підготовку, ситуаційні особливості ринку праці, економічне становище держави та ін. Одним із визначальних елементів узгодження всіх цих факторів є державне регулювання. Його дія реалізується через складний узгоджений механізм, який є динамічною структурою і потребує постійного вдосконалення внаслідок динаміки економічних, соціальних та технологічних змін. Виклики сучасності, особливості економічного середовища, технологічний прогрес, демографічні тенденції, соціокультурні зрушення вимагають від держави постійного перегляду та удосконалення регуляторної політики. Ключовими викликами для нинішньої економіки України є падіння виробництва, ріст числа безробітних, послаблення стійкості державних фінансів, що безумовно відображається на методах та інструментах дій держави. Саме тому дослідження актуальних проблем формування, ефективної дії і тенденцій подальшого розвитку механізму державного регулювання оплати праці, спрямованого на створення стабільного та соціально орієнтованого суспільства, що сприяє відновленню та економічному розвитку країни та підвищенню рівня життя громадян, є надзвичайно важливим.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Дослідження та аналіз проблем державного регулювання організації оплати праці в умовах формування ринкових відносин в Україні проводили А.Базилук, В.Гриньова, О.Гришнова, К.Складанна, Л.Шульгінова, Р.Шимановська, Н.Лукачченко, А. Колот, А. Нікіфоров, А.Лубков, І.Моторна та ін. Але, незважаючи на позитивні здобутки у вирішенні цієї проблематики, недостатньо вивченими залишаються питання вдосконалення та подальшого розвитку державного регулювання організації оплати праці у відповідності до змін, які відбуваються в сучасних умовах.

Метою даної наукової статті є узагальнення результатів досліджень та формалізація теоретичних засад державного регулювання організації оплати праці з урахуванням особливостей викликів сьогодення та тенденцій розвитку умов господарювання.

Виклад основного матеріалу.

Державне регулювання оплати праці в Україні є надзвичайно важливим для забезпечення соціальної справедливості, стабільності на ринку праці та підтримки стратегічного зростання національної економіки. Воно гарантує мінімальні стандарти оплати, що забезпечує захист прав працівників, сприяє зменшенню соціальних нерівностей, стимулює економічну активність суб'єктів господарювання, забезпечує гідні умови праці та сприяє сталому розвитку, що в сукупності сприяє підвищенню загальної якості життя населення та конкурентоспроможності країни.

Необхідно зазначити, що державне регулювання є важливим елементом (підсистемою) загальнонаціональної системи регулювання заробітної плати, яка, крім зазначеної, складається ще з таких елементів [1]:

- ринкове регулювання;
- колективно-договірне регулювання через укладання генеральної, галузевих, регіональних угод; колективних договорів на рівні підприємств; трудових договорів із найманими працівниками;

- механізму визначення індивідуальної заробітної плати безпосередньо на підприємстві (в структурному підрозділі) з використанням таких елементів, як тарифна система або безтарифна модель, нормування праці, форми і системи оплати праці та преміювання.

Головною метою державного регулювання оплати праці, як визначальної підсистеми, є створення необхідних умов для забезпечення виконання заробітною платою усіх властивих їй основних функцій (відтворювальної, мотивуючої, стимулюючої, регулюючої та соціальної), а також стримування необґрунтованого зростання заробітної плати, не пов'язаного з обсягами виробництва і реалізації продукції (робіт, послуг) [2]. Відповідно до ст.48 Конституції України держава зобов'язана реалізувати норми і гарантії щодо прав найманого працівника на отримання заробітної плати, розм'як якої забезпечував би йому і членам його сім'ї достатній життєвий рівень [3].

Безпосереднє державне регулювання реалізується через Закон України «Про оплату праці» [4], де визначено обов'язкові напрями такого регулювання:

- встановлення розміру мінімальної заробітної плати, інших державних норм і гарантій, умов і розмірів оплати праці працівників бюджетного сектора економіки, а також керівників підприємств, заснованих на державній та комунальній власності;
- регулювання фондів оплати праці працівників підприємств-монополістів згідно із переліком, який визначається Урядом;
- оподаткування доходів працівників;
- використання системи індексації трудових доходів;
- компенсації працюючим втрати частини заробітку через затримання його виплати;
- забезпечення соціальних гарантій працівникам (пенсії, стипендії, виплати за лікарняними та по безробіттю);
- фінансування витрат на освіту, науку, культуру та охорону здоров'я.

Для виконання цих зобов'язань та забезпечення справедливості, стабільності та економічного розвитку держава при регулюванні оплати праці виконує такі функції:

1. Встановлення мінімального рівня оплати праці - держава визначає мінімальний розмір заробітної плати, що гарантує працівникам достатній рівень життя та захищає їхні соціальні права.

2. Захист прав працівників - встановлення правил оплати праці та робочого часу для захисту працівників від експлуатації та неправомірного оподаткування.

3. Регулювання систем податків та соціальних внесків - встановлення оподаткування на заробітну плату та соціальних внесків для фінансування соціальних програм та забезпечення соціальної захищеності працівників.

4. Стимулювання розвитку галузей та ринків - використання податкових та фінансових інструментів для стимулювання розвитку певних галузей, залучення інвестицій та забезпечення зростання зайнятості.

5. Моніторинг та аналіз ринку праці - проведення досліджень та моніторингу ринку праці для адаптації регулювання до змін у сфері зайнятості, рівня заробітної плати та інших факторів.

6. Забезпечення рівних умов оплати для працівників - проведення політики, що гарантує рівність у винагороді для чоловіків та жінок, а також врахування різних категорій працівників.

7. Удосконалення систем соціального захисту - розробка та впровадження соціальних програм, які допомагають у забезпеченні безпеки працівників та їхніх сімей у випадку втрати працездатності, хвороби чи пенсії.

8. Формування ефективних стандартів праці - встановлення стандартів щодо оплати, робочого часу, відпусток та інших аспектів праці для створення стабільного і прозорого робочого середовища.

Ці функції дозволяють державі забезпечувати баланс між інтересами працівників і роботодавців, стимулювати економічний розвиток та забезпечувати справедливі умови праці в суспільстві.

Досягнення поставлених завдань можливе лише при умові ефективного функціонування злагодженої системи, яка діє як організаційно-економічний механізм, орієнтований на забезпечення справедливості, стабільності та ефективності у сфері праці.

Визначаючи структуру механізму, більшість авторів бере до уваги такі компоненти, як: цілі, принципи і завдання управління, методи, важелі та інструменти управління, сфери і функції управління, організаційне, інституційне, правове, інформаційне, фінансове та інші забезпечення. У низці досліджень [6,7,8] зустрічаємо поєднання в механізмі управління трьох систем: системи забезпечення, функціональної системи і цільової системи.

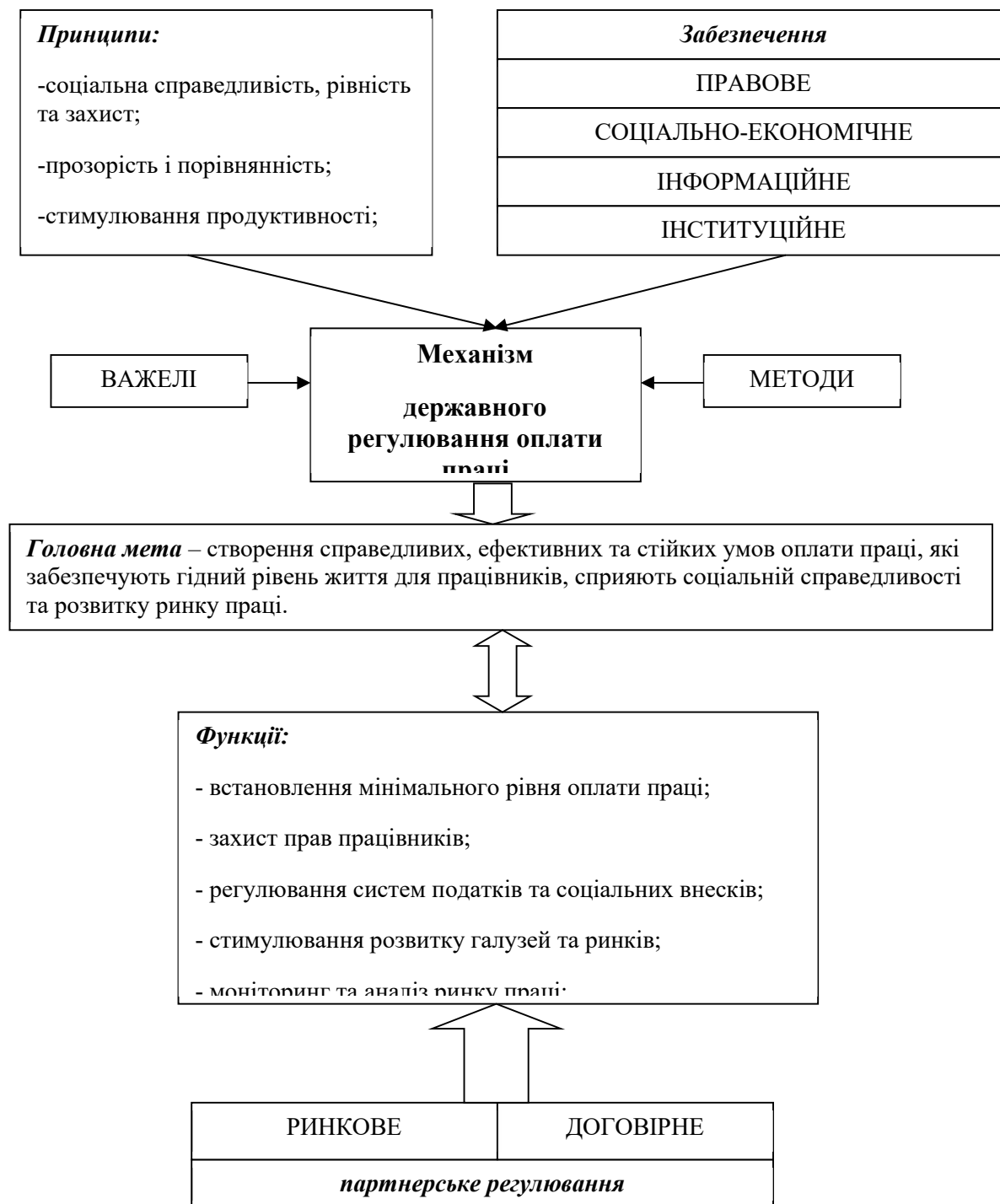
Враховуючи, що організаційно-економічний механізм державного регулювання оплати праці визначається науковцями [5] як система принципів, важелів та методів управлінського впливу на оплату праці, що діють на основі відповідного правового, соціально-економічного, інформаційного та інституційного забезпечення і враховують як ринкове, так і договірне регулювання оплати праці в Україні, на рис.1 представлено власне бачення цього механізму.

Основу ефективного та справедливого механізму формують базові принципи, які спрямовані на соціальну стабільність та сталий розвиток. Враховуючи особливості сучасного періоду, пропонуються такі принципи державного регулювання оплати праці:

- соціальна справедливість, рівність та захист (гарантування рівної оплати праці незалежно від статі, раси, релігії, створення систем захисту та соціальних гарантій у випадку втрати працездатності, хвороби, безробіття чи настання пенсійного віку);
- прозорість і порівнянність (забезпечення можливості порівняння оплати праці в різних галузях, регіонах та між різними категоріями працівників для створення прозорих та справедливих умов);
- стимулювання продуктивності (застосування систем стимулювання, які сприяють підвищенню продуктивності праці та стимулюють працівників до професійного розвитку);
- гнучкість та адаптивність (забезпечення гнучкості системи оплати праці для адаптації до змін в економічних та соціальних умовах);
- демократичність (залучення представників роботодавців, працівників та уряду до розробки та прийняття рішень щодо оплати праці для забезпечення демократичного та взаємоврівноваженого підходу).

Вважаємо, що державне регулювання повинно відбуватися не відокремленими ринковими і договірними засобами, а саме мати партнерські засади. Сутність партнерського регулювання державою оплати праці полягає в спільному взаємодії держави, роботодавців та профспілок з метою встановлення справедливих, ефективних і конкурентоспроможних умов оплати праці. Цей підхід розглядає оплату праці як об'єкт діалогу між сторонами, приводячи до узгоджених рішень, що враховують інтереси як працівників, так і роботодавців. Ринковий механізм дозволяє адаптувати оплату до умов ринку праці, тоді як договірне врегулювання сприяє визначенню оптимальних умов оплати через переговорний

процес між сторонами. Отже, такий підхід сприяє створенню стійкої та гнучкої системи оплати праці, враховуючи індивідуальні та колективні інтереси на ринку праці.



**Рисунок 1 – Механізм державного регулювання оплати праці
Figure 1 – The mechanism of state regulation of labor remuneration**

Висновки. Державне регулювання оплати праці є необхідним елементом соціально-економічної політики, спрямованої на забезпечення справедливості, стабільності та ефективності на ринку праці. Ця система має за мету не лише гарантувати адекватну винагороду працівникам, але й стимулювати економічний розвиток та зменшення соціальних нерівностей. Важливим є постійне вдосконалення механізмів регулювання, щоб адаптувати їх до змін у суспільстві, технологічних та економічних умов, забезпечуючи баланс інтересів учасників ринку праці та сприяючи сталому розвитку суспільства

Перелік посилань

1. Васюренко Л.В. Теоретичні засади державного регулювання організації оплати праці. *Причерноморські економічні студії*. Випуск 25. 2018. С.31-34.
2. Валецька О.В. Правове регулювання оплати праці: монографія. Миколаїв: УДУ, 2012. – 220с.
3. Конституція України від 28.06.1996р., № 254к/96-ВР [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/254k/96-BP>.
4. Про оплату праці: Закон України від 24 березня 1995 р., № 108/95-ВР [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/108/95-%D0%B2%D1%80>.
5. Тибінка Г.І. Організаційно-економічний механізм державного регулювання оплати праці в Україні. Проблеми та перспективи розвитку економіки і підприємництва та комп'ютерних технологій в Україні: матеріали Х науково-технічної конференції науково-педагогічних працівників (Львів, 31 березня-5 квітня 2014р.). – Львів: НУ „Львівська політехніка”, 2014. – С. 238-239.
6. Довгань Л. Є. Формування організаційно-економічного механізму ефективного управління підприємством [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.google.com.ua/url?url=http://economy.kpi.ua/files/files/48_kpi_2012.
7. Карпенко О.О., Семиволос І.І. Організаційно-економічний механізм управління капіталом підприємства [Електронний ресурс] – Режим доступу: [www.maritime.kiev.ua/uploads/Jurnal/1\(16_2013\)/71.docx](http://www.maritime.kiev.ua/uploads/Jurnal/1(16_2013)/71.docx).
8. Малицький А.А. Соціально-економічний механізм управління підприємством: суть та структура [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://intkonf.org/malitskiy-aa-organizatsiyno-ekonomichniy-mehanizm-upravlinnya-pidpriemstvom-sutnist-ta-struktura/>

MECHANISM OF STATE REGULATION OF LABOR PAYMENT IN UKRAINE

Artem Koba, Graduate student of the Department of Economics of the Faculty of Economics and Law, National Transport University, Kyiv, Ukraine, koba-artem@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-6279-0074>

Abstract. The article examines the essence and significance of state regulation of wages as an important tool in the field of social and economic policy. It is noted that state intervention is aimed at ensuring fairness, stability and efficiency in the labor market.

The purpose of the article is to generalize the results of research and formalize the theoretical foundations of state regulation of the organization of labor remuneration, taking into account the specifics of today's challenges and trends in the development of economic conditions.

The research method is a theoretical and logical substantiation of the mechanism of state regulation of labor remuneration as a complete system aimed at ensuring justice, stability and efficiency in the field of labor.

The main purpose of the functioning of the mechanism is defined as the creation of fair, efficient and sustainable conditions of remuneration, which ensure a decent standard of living for employees, contribute to social justice and the development of the labor market.

The main principles (social justice, equality and protection; transparency and comparability; stimulation of productivity; flexibility and adaptability; democracy), functions (establishment of the minimum wage, protection of workers' rights, regulation of tax and social contribution systems, stimulation of the development of industries and markets, monitoring and analysis of the labor market, ensuring equal payment conditions for employees, improving social protection systems, forming effective labor standards) and the goals of state regulation, as well as its importance in ensuring decent wages and social justice.

The importance of continuous improvement of the system to meet changes in society and economy is emphasized. The advantages of partnership regulation, where the state cooperates with employers and trade unions to achieve common goals, are analyzed. The conclusion indicates that state regulation of wages is necessary to support sustainable development and ensure fair and cost-effective conditions in the labor market.

Key words: salary, mechanism of regulation of salary, state regulation of salary, motivation of personnel, systems of salary.

References

1. Vasyurenko L.V. Teoretychni zasady derzhavnoho rehulyuvannya orhanizatsiyi opłaty pratsi. [Theoretical principles of state regulation of the organization of labor remuneration]/ Prychernomors'ki ekonomichni studiyi. Vypusk 25. 2018. S.31-34. [in Ukrainian].
2. Valets'ka O.V. Pravove rehulyuvannya opłaty pratsi: monohrafiya [Legal regulation of labor remuneration: monograph]. Mykolayiv: UDU, 2012. – 220s. [in Ukrainian].
3. Konstytutsiya Ukrayiny vid 28.06.1996r., № 254k/96-VR [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/254k/96-VR>. [in Ukrainian].
4. Pro oplatu pratsi: Zakon Ukrayiny vid 24 bereznia 1995 r., № 108/95-VR [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/108/95-%D0%B2%D1%80>. [in Ukrainian].
5. Tybinka H.I. Orhanizatsiyno-ekonomichnyy mekhanizm derzhavnoho rehulyuvannya opłaty pratsi v Ukrayini. Problemy ta perspektyvy rozvytku ekonomiky i pidpryyemnytstva ta komp'yuternykh tekhnolohiy v Ukrayini: materialy KH naukovo-tekhnichnoyi konferentsiyi naukovo-pedahohichnykh pratsivnykiv (L'viv, 31 bereznia-5 kvitnya 2014r.). – L'viv: NU „L'vivs'ka politekhnika”, 2014. – S. 238-239. [in Ukrainian].
6. Dovhan' L. YE. Formuvannya orhanizatsiyno-ekonomichnoho mekhanizmu efektyvnoho upravlinnya pidpryyemstvom [Formation of the organizational and economic mechanism of effective enterprise management] [Elektronnyy resurs] – Rezhym dostupu: http://www.google.com.ua/url?url=http://economy.kpi.ua/files/files/48_kpi_2012. [in Ukrainian].
7. Karpenko O.O., Semyvolos I.I. Orhanizatsiyno-ekonomichnyy mekhanizm upravlinnya kapitalom pidpryyemstva [Organizational and economic mechanism of enterprise capital management] [Elektronnyy resurs] – Rezhym dostupu: [www.maritime.kiev.ua/uploads/Jurnal/1\(16_2013\)/71.docx](http://www.maritime.kiev.ua/uploads/Jurnal/1(16_2013)/71.docx). [in Ukrainian].
8. Malys'kyi A.A. Sotsial'no-ekonomichnyy mekhanizm upravlinnya pidpryyemstvom: sut' ta struktura [Socio-economic mechanism of enterprise management: essence and structure] [Elektronnyy resurs] – Rezhym dostupu: <http://intkonf.org/malitskiy-aa-organizatsiyno-ekonomichniy-mekhanizm-upravlinnya-pidpryyemstvom-sutnist-ta-struktura/> [in Ukrainian].

УПРАВЛІННЯ ВАРТІСТЮ ДОРОЖНІХ РОБІТ ЗА МЕТОДОМ ПРЯМОГО
КАЛЬКУЛЮВАННЯ

THE MANAGEMENT OF ROAD WORK COST BY THE DIRECT CALCULATION
METHOD



Лихоступ Микола Миколайович, кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри транспортного будівництва та управління майном,
Національний транспортний університет, Україна, м. Київ
e-mail: lychostup5n5@gmail.com, тел. +380442807338,
+380442803942

<https://orcid.org/0000-0001-8139-1768>



Усиченко Олена Юрївна, кандидат технічних наук, доцент,
професор кафедри транспортного будівництва та управління
майном, Національний транспортний університет, Україна, м. Київ
e-mail: fbbk@ukr.net, тел. +380442803942, Україна, 01010, м. Київ,
вул. М. Омелянвича-Павленка, 1, к. 138.

<https://orcid.org/0000-0002-7482-8420>

Анотація: В статті наведені положення про створення системи управління вартістю дорожніх робіт на всіх етапах розробки та реалізації проекту. Така система може бути створена при умові визначення повної і реальної структури вартості виробництва та подальшого контролю її дотримання в процесі виконання трудових процесів, що формують проект. Визначення реальної структури вартості виробництва рекомендується виконувати із використанням принципів так званого прямого калькулювання, коли в основу розрахунків покладена інформація про організацію виконання трудових процесів. Інформація про реальну планову структуру вартості виробництва та фіксація реальних витрат її складових здійснюється в рамках методики визначення вартості виробництва та існуючої системи бухгалтерського обліку і звітності. На основі подальшого аналізу даних про планові та фактичні витрати по кожній складовій вартості реалізуються процедури прийняття управлінських рішень щодо коригування розвитку виконання трудових процесів з метою якісної та беззбиткової реалізації проекту.

Ключові слова: дорожнє будівництво, структура вартості, організація виробництва, пряме калькулювання, облік, управлінські рішення.

Вступ. Як відомо, управління – це вплив одного елемента системи на інший з метою забезпечення бажаного для її функціонування результату.. У відповідності до цього визначення в

структурі системи розвитку та реалізації проекту вартість повинна виступати як керуючий елемент, що визначає більшість відповідних до цього процесів. Але відповідно до офіційно існуючої системи визначення вартості [1, 2] та використання її значення як критерію оцінки відповідних рішень в процесах створення та реалізації проекту реально відтворена зовсім інша ситуація. Насамперед слід відзначити, що на всіх етапах реалізації проекту – власне створення проектної документації, проведення конкурсних торгів та поточної оцінки його виконання – реалізується однакова методика визначення вартості. Ця методика на всіх етапах реалізації проекту відповідає типовому алгоритму: фіксуються обсяги робіт, далі відповідно до державних та галузевих норм визначаються потреби в ресурсах, а потім вже за типовими процедурами визначаються прямі, загальновиробничі, адміністративні та інші витрати. Тобто значення вартості виконання робіт, що формують проект, в принципі залежить тільки від їх обсягів, а більшість складових, що формують структуру вартості, визначаються як доля від нормативних значень витрат праці. При цьому в процесах визначення вартості ніяким чином не враховуються реальні умови реалізації проекту, наприклад, час виконання окремих трудових процесів, інтенсивність використання ресурсів, організація робіт в межах фронту їх виконання та інші.

Тому очевидним є те, що виправити таку ситуацію можливо шляхом створення такої методики визначення вартості, яка базується на інформації про організацію виробництва, що дозволила б визначити складові її структури за методом прямого калькулювання. Ретельно розрахована структура так званої планової вартості виробництва повинна бути зафіксована у відповідності до існуючої системи обліку та звітності, яка відтворюється в бухгалтерських документах. В процесі реалізації проекту в цій же системі може бути зафіксовані дані про фактичні витрати по кожній статті та групі витрат вартості, що дасть змогу розвинути підсистему аналізу та оцінки витрат на виробництво. Розвинута в рамках методики визначення вартості та бухгалтерського обліку підсистема аналізу витрат на виробництво дасть можливість прийняти управлінські рішення що до успішних та беззбиткових дій в процесах реалізації проекту

Виклад основного матеріалу. В структурі системи управління діяльністю будь – якого об’єкта або явища можливо виділити такі основні функції, як:

- проектування, що спрямоване на встановлення найкращих співвідношень між параметрами системи з метою досягнення бажаного результату;
- контроль функціонування системи в межах можливих обмежень;
- планування (регулювання) діяльності системи в мінливих умовах;
- організація, яка передбачає визначення ресурсів для реалізації планових рішень з метою досягнення бажаних результатів;
- облік, який базується на моніторингу елементів системи та аналізу отриманих результатів.

Відносно системи управління вартістю виконання дорожніх робіт розвиток цих функцій можливо розглянути таким чином. По-перше, на перший погляд функція планування віддалена від реалізації системи управління. Але, з іншого боку, для успішного функціонування системи управління перед усім повинні бути визначені найкраще співвідношення між її параметрами, що і визначається процедурами проектування. В даному випадку мова йде про визначення найкращої структури вартості виконання дорожніх робіт в реальних умовах реалізації проекту.

Так, в останні десятиріччя визначення вартості будівельних робіт регламентується рядом державних [1] та галузевих документів [2], в яких в принципі реалізується однаковий алгоритм її розрахунку. Базовою інформацією для проведення розрахунків виступають дані про обсяги робіт, за значенням яких розраховуються витрати ресурсів - трудових, технічних та матеріальних, що складають її структуру. Наступний крок – це визначення вартості ресурсів на основі певних даних про їх питому вартість, наприклад, значення середньої тарифної ставки робітників, усереднених показників вартості експлуатації будівельних машин та інших. В заключній частині такого алгоритму визначення вартості виконуються розрахунки подальших складових структури вартості – загальновиробничих, адміністративних та інших витрат з використанням даних про загальні витрати ресурсів (як правило, нормативну трудомісткість) та значення прямих витрат.

Слід звернути увагу на те, що в значній кількості процедур по визначенню вартості виробництва використовуються типові значення різноманітних коефіцієнтів, типові правила відношень та укрупнені класифікатори. Такий підхід для визначення вартості дорожніх робіт можливо є ефективним для визначення вартості проекту, яка встановлюється Замовником, так як на стадії створення проектною документації практично неможливо передбачити Виконавця проекту.

Інша мова йде про визначення вартості Виконавцем проекту і насамперед на стадії підготовки до конкурсних торгів. У цьому випадку використання типової методики визначення вартості робіт [3] призводить до того, що її значення принципово не відрізняється від проектного. Така ситуація складається тому, що в процесі розрахунку договірної ціни практично не враховуються реальні умови реалізації проекту. Звичайно, деякі умови виконання проекту враховуються, наприклад, вартість експлуатації будівельних машин, вартість матеріалів та транспортні схеми їх перевезення. Але велика група показників вартості, що складають її структуру, розраховуються знову ж із викисанням типових коефіцієнтів, типових відношень та правил усереднення даних, що призводить до отримання якогось приблизного та орієнтованого на середні умови виконання проекту значення вартості.

Таким чином слід зробити висновок про те, що головні умови реалізації проекту, а саме строки виконання окремих трудових процесів, кількість ресурсів (працівників та будівельних машин і обладнання), інтенсивність їх використання в виробничих умовах не враховуються. А це значить, що і вся структура вартості складається за хибним уявленням про виробництво. З метою ліквідації цього недоліку пропонується інший підхід до визначення реальної вартості дорожніх робіт, який може бути реалізований в рамках так званого методу прямого калькулювання.

Метод прямого калькулювання перш за все базується на системі проектування організації виконання робіт, що входять до складу проекту. Серед багатьох можливих методів проектування організації виробництва останнього часу в дорожньому будівництві використовуються такі специфічні методи, як аналітичний ітеративний метод, метод сітьового моделювання та метод організаційно – технологічного моделювання [4]. Свого часу для потреб та на замовлення дорожньої галузі було створено ряд галузевих документів [5, 6] та відповідне програмне забезпечення, що дозволяє вирішити задачі проектування організації процесів по реалізації проектів будь – якої складності. Застосування кожного методу залежить від складності та умов виконання проекту, але в результаті проведених розрахунків можливо отримати таку важливу інформацію: хто (який виробний підрозділ і з яким кількісним ресурсним складом), чим (якими засобами праці), що (які конкретно обсяги робіт) і за який час будуть виконані.

Із використанням інформації про проектування організації виконання трудових процесів проекту можливо шляхом так званого прямого калькулювання отримати значення більшості складових структури вартості. Перш за все це стосується визначення заробітної плати робітників. Існуюча методика розрахунку вартості будівництва передбачає розрахунок заробітної плати робітників із використанням даних про нормативну трудомісткість та середній галузевий тарифний розряд. Але фактично заробітна плата під час проведення будівельних розраховується зовсім за іншим принципом, так як в першу чергу враховуються не нормативні витрати праці, а час зайнятості працівників на виробництві, який визначається в документах по проектуванню організації виробництва. При цьому розрахунок реальної заробітної плати робітників - ЗПЛ може бути визначений за такою формулою:

$$\text{ЗПЛ} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m ((\text{Ч}_{ij} \cdot T_i \cdot \text{ТС}_i) + \text{ВН}_j + \text{СН}_j + \text{ІН}_j), \quad (1)$$

де Ч_{ij} – чисельність робітників j – ої кваліфікації, що зайняті на виконанні i -го трудового процесу;
 T_i – проектний час виконання i -го трудового процесу, який визначено в проекті в змінах, а для розрахунків він приймається в годинах;

ТС_i – тарифна ставка робітників, що відповідає розряду i -ого трудового процесу;

ВН_i – виробничі нарахування на заробітну плату робітників, що виконують i – ий трудовий процес і залежать від його складності;

СН_i – соціальні нарахування на заробітну плату робітників, що виконують i – ий трудовий процес і які залежать від типу виробничого підрозділу, який встановлюється під час проектування організації виробництва;

ІН_i – інші нарахування на заробітну плату робітників, що виконують i – ий трудовий процес (роботи виконуються в зимовий або спекотний період, в особливих умовах та інше).

Такі ж підходи використовуються і для розрахунків витрат на експлуатацію машин та виробничого обладнання, коли в їх основі будуть закладені дані про час та ресурсне насичення виконання окремих трудових процесів.

З використанням даних про організацію виконання трудових процесів можливо розрахувати і більшість складових загальновиробничих та адміністративних витрат. Наприклад, витрати на перевезення робітників - ВПП можливо визначити за формулою:

$$\text{ВПП} = \sum_{i=1}^n (\text{BE}_i \cdot \text{ТР}_i \cdot \text{КР}_i \cdot \text{ТП}_i), \quad (1)$$

де BE_i – вартість експлуатації транспортного засобу, що відповідає перевезенню відповідної кількості робітників, грн./ год.;

ТР_i – час виконання одного рейсу робітників, що зайняті на виконанні i -го трудового процесу, змін;

КР_i – кількість рейсів, що здійснюються в одну зміну;

ТП_i – проектний час виконання i -го трудового процесу, змін.

Відповідно до такого підходу були розроблені відносно прості аналітичні залежності для розрахунку складових вартості дорожніх робіт, які залежать від таких факторів як кількість ресурсів, час виконання робіт, метеорологічні умови, тип трудових процесів та інших. Але слід відзначити, що значення не всіх складових вартості робіт можливо встановити за аналітичними залежностями.

Наприклад, це витрати на проведення геодезичних робіт або матеріальна допомога на оздоровлення та інші складові загальновиробничих та адміністративних витрат. Для визначення значень таких складових витрат використовуються нормативні дані, які можливо встановити в процесі проведення робіт з аналізу та прогнозу структури вартості дорожніх робіт.

Основи створення методики аналізу складових витрат вартості закладені в систему моніторингу її структури, яка була створена на замовлення ДАК «Автомобільні дороги України» в 2002 – 2005 роках. Методика моніторингу структури вартості дорожніх робіт та створене відповідне програмне забезпечення відповідають функції обліку в системі управління вартістю виробництва. Програмне забезпечення системи моніторингу складових вартості дорожніх робіт сполучене із двома програмними комплексами. Перший – програмний комплекс «АРМ-СК», що призначений для розрахунку вартості дорожніх робіт у відповідності із діючими нормативними документами, а другий – спеціально створений програмний комплекс «БУХГАЛТЕРІЯ», який дозволяє здійснювати фактичний облік фактичних витрат складових вартості дорожніх робіт в розрізі окремих об'єктів. Таким чином наявність даних про розрахункові та фактичні значення складових вартості дорожніх робіт дає змогу встановити їх стійкі статистичні значення в розрізі типових груп об'єктів та окремих регіонів (областей). На рис.1 наведено фрагмент відомості звіту порівняльного аналізу даних про фактичне та розрахункове значення складових витрат вартості дорожніх робіт.

Накопичена в системі аналізу даних про значення складових витрат вартості інформація дає можливість отримати досить стійкі значення елементів загальновиробничих та адміністративних даних, які визначаються як в долях до прямих витрат, так і в процентах по відношенню до вартості проекту в цілому. Отримані так звані нормативні значення складових витрат вартості використовуються в процесах прямого калькулювання, коли деякі з них є досить не визначеними та незалежними від даних про строки виконання трудових процесів, а також кількість та інтенсивність використання трудових і технічних ресурсів. Окрім цього в створеній системі моніторингу вартості дорожніх робіт розвинена також підсистема аналізу прямих витрат по окремим статтям – заробітній платі працівників всіх категорій, калькуляціям вартості матеріалів та калькуляціям вартості експлуатації будівельних машин. Розширені вихідні відомості витрат по всім статтям прямих витрат в розрізі окремих об'єктів та регіонів (областей) є основою для проведення розширеного аналізу та прийняття управлінських рішень що до покращання виробничої діяльності окремих Виконавців.

В практиці будівельного виробництва досить розширені варіанти реалізації функції контролю. Так, наприклад, в 80 –их роках минулого сторіччя в ФРН активно велась дискусія про створення системи контролю вартості будівельного виробництва [7]. В результаті таких дискусій була створена методика контролю вартості будівництва та відповідне програмне забезпечення під назвою KSP. Але по своїй суті ця методика більше схожа на регулювання темпів виконання окремих трудових процесів з використанням критерію вартості. При цьому зафіксована інформація про фактично виконані обсяги окремих робіт та їх фактичну вартість підлягає аналізу, метою якого є подальший перерозподіл залишкових коштів по окремим роботам з метою завершення проекту або в межах запланованої вартості або з найменшим її перебільшенням, тобто з мінімальною збитковістю.

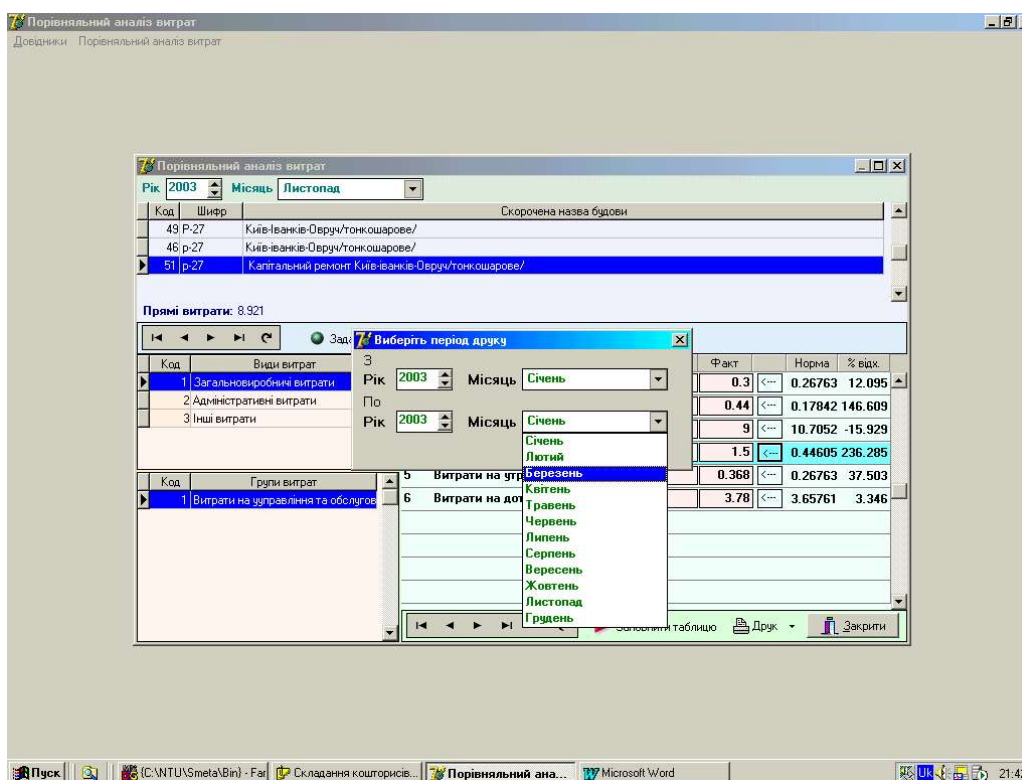


Рисунок 1 – Сценарій формування звіту порівняльного аналізу елементів витрат

Figure 1 – Scenario of generating a report of comparative analysis of cost elements

Можливо відзначити, що в Україні контроль вартості будівельних робіт можливо здійснювати шляхом аналізу даних таких документів як Акту приймання виконаних робіт (форма № КБ-2в) та Форми звіту про виконання робіт за контрактом на об'єкті за період (Додаток 38 до Настанови) [1]. Але знову ж в цих документа перш за все мова йде про фіксацію фактично виконаних обсягів робіт, а на основі цієї інформації за типовою методикою [1, 2] розраховується вартість. При цьому не враховуються ні умови виконання проекту, ні не надається інформація про фактичні витрати по кожному елементу структури вартості.

На наш погляд контроль вартості виконання дорожніх робіт можливо реалізувати в системі бухгалтерського обліку при умові її сполучення із системою розрахунку вартості окремих проектів. Проведені свого часу відповідні експериментальні роботи в кількох обласних дорогах включали таку послідовність робіт. По-перше, в створеному програмному комплексі бухгалтерського обліку була запроєктована підсистема обліку планових та фактичних значень елементів структури вартості, фрагмент бази даних якої наведено в таблиці 1. Кожна група витрат та відповідні їм статті «прив'язані» до своїх рахунків та можуть бути визначені певним консолідованим рахунком. Слід відзначити, що з метою створення системи рахунків окремих груп та статей витрат вартості дорожніх робіт були проведені спеціальні експертні дослідні роботи.

Таблиця 1 – Фрагмент бази даних програмного комплексу оперативного контролю вартості дорожніх робіт (загальновиробничі витрати).

Table 1 – Fragment of the database for operational control of the road works cost software complex (general production costs).

Код параметра	Код внутрішній (програмний)	Назва груп та статей витрат	Рахунки		Планове значення	Фактичне значення
			Індивідуальний	Консолідований		
1	2	3	4	5	6	7
V_1	Vof	Загальновиробничі витрати	91	91	nnn	mmm
1	Vof_1	Адміністративні витрати	911	911	***	^^^
1_1	Vof_1_1	Витрати на основну та додаткову з/плату.	911/1	911	***	^^^
1_2	Vof_1_2	Витрати на службові відрядження ...	911/2	911	***	^^^
...	...	...	...	...		
1_6/5	Vof_1_65	Утримання протипожежної та сторожової охорони	911/65	911	***	^^^
...	...		...	...		

Далі інформація про планове значення окремих груп та статей витрат імпортується із програмного комплексу визначення вартості проекту «АРМ-СК», що здійснюється завдяки створеній єдиній базі даних в системі створення програмного забезпечення в Укравтодорі ще в 2004 році. Звичайно, що до початку імпорту даних в програмному комплексі по визначенню вартості дорожніх робіт повинна бути реалізована система розрахунку груп та статей витрат вартості за методом прямого калькулювання. Дані про фактичне значення груп та статей витрат вартості (стовпчик 7) заносяться за відповідним сценарієм безпосередньо до системи бухгалтерського обліку. Шляхом перегляду даних про планові та фактичні значення груп та окремих статей витрат можливо здійснювати функції аналізу та контролю цієї інформації. Слід відзначити, що наявність в структурі бухгалтерського обліку даних про планові та фактичні значення статей витрат має велике значення для прийняття управлінських рішень по виконанню окремих трудових процесів, тобто мова йде, як правило, про оперативне планування виробництва в межах будівельного майданчика. Окрім цього на етапі аналізу даних про фактичне та планове значення статей витрат вартості можливо прийняття рішень по оперативному регулюванню їх значень, що можливе шляхом перерозподілу планових витрат по окремим статтям..

В системі управління вартістю дорожніх робіт функція організації передбачає визначення необхідних ресурсів та порядку реалізації комплексної методики та алгоритмів в структурах підсистем по визначенню вартості та бухгалтерського обліку. Ідеї методики прямого калькулювання складових

елементів вартості виробництва поки-що можуть бути використані для визначення та управління статтями прямих, загальновиробничих та адміністративних витрат. Що стосується груп вартості, що відносяться до інших витрат, то ситуація тут значно складніша. Наприклад, кошти на покриття ризиків та прибуток розраховуються для всіх учасників проекту за однаковою схемою – в залежності від трудовитрат чи визначаються питомими коефіцієнтами. При цьому не враховуються ні умови виконання проекту, ні строки його фактичної реалізації, а також якість виконаних робіт та інші чинники. Тобто як би не було організоване виробництво та в яких умовах будуть (чи були) виконані роботи, гарантується прибуток та інші здобутки. Тому в системі прямого калькулювання вартості виробництва ще необхідно провести дослідження, що спрямовані на чітке визначення деяких груп статей та складових до них елементів. Але, щонайменше, запропонована методика прямого калькулювання вартості та її управління в реальних умовах виробництва дає змогу визначити, наприклад, фактичний прибуток.

Як слідує із наведеного вище матеріалу, порядок реалізації функцій по управлінню вартістю дорожніх робіт не відповідає чіткій послідовності, так як процедури реалізації кожної із них досить складні та вимагають використання значних обсягів «перехресної» інформації. Представлені в статті основи створення системи управління вартістю дорожніх робіт на перший погляд здаються надто громіздкими, але це дійсно є ефективним напрямком в сфері управління вартістю окремих проектів.

Висновки. Звичайно, що вартість будь-якого проекту в першу чергу залежить від видів та обсягів робіт, що виконуються в процесі його реалізації. Але трактування того, що значення її складових визначається тільки нормативними витратами ресурсів а також системою коефіцієнтів та відносних правил, призводить до отримання інформації про значення вартості як відносно до реальності та дещо абстрактної величини. Тому урахування в процесах визначення вартості дорожніх робіт реальних умов виконання проекту є надзвичайно важливим кроком у ліквідації цього недоліку. Перш за все умови виконання проекту концентровані в системі проектування організації виробництва, яка надає важливу інформацію про строки виконання трудових процесів в рамках контракту, а також кількість та інтенсивність використання трудових та технічних ресурсів. З використанням даних про організацію виконання трудових процесів за методом прямого калькулювання в принципі можливо розрахувати реальну структуру вартості виробництва. Наступним кроком у системі управління вартістю є фіксація планових та облік фактичних значень кожної складової структури вартості проекту, що можливе шляхом доопрацювання методики визначення вартості будівництва та бухгалтерського обліку. Подальший порівняльний аналіз планових та фактичних витрат надає можливість прийняти реальні управлінські рішення покращання процесів реалізації проекту. Таким чином вартість буде відігравати важливу роль регулюючого чинника та критерію по досягненню беззбиткового та якісного виробництва.

Наведені в статті основи методики управління вартістю дорожніх робіт вимагають проведення певних робіт та витрат ресурсів – трудових і фінансових. Для практичного застосування цієї методики необхідно затвердити в дорожній галузі систему проектування організації дорожніх робіт, як обов'язкову складову проектів, так і оферти на стадії проведення конкурсних торгів. Також необхідне і доопрацювання методики визначення вартості робіт за методом прямого калькулювання та відповідне доопрацювання системи бухгалтерського обліку. Але запровадження системи управління вартістю з урахуванням реальних виробничих умов призведе до якісного виконання проекту з раціональними результатами.

Перелік посилань

1. Кошторисні норми України. Настанова з визначення вартості будівництва.
2. СОУ 42.1-37641918-085:2012. Правила визначення вартості робіт з експлуатаційного утримання автомобільних доріг загального користування, мостів та інших транспортних споруд.
3. Лихоступ М.М., Осяєв Ю.М. Кошторисна справа у дорожньому виробництві. Навчальний посібник Міністерства освіти України. НТУ. – Київ, 2014. – 124 с.
4. Ліпський Г.Є., Лихоступ М.М. Основи організації, планування та управління дорожнім виробництвом. Підручник Міністерства освіти України. ч.1 – ч.2. „ГРАНМНА”. – Київ, 2010. – 400 с.
5. Р А.3.1-218-03449261-519:2006. Рекомендації з практичного використання ПОР для вирішення планово-організаційних задач в дорожній галузі. УДВТП „Укрдортехнологія”. – Київ, 2006. – 56 с.
6. ІН А.3.1-218-312:2008 Інструкція про порядок складання, погодження і затвердження проектів організації будівництва і проектів виконання робіт в дорожній галузі (до ДБН А.3.1-5-96 Організація будівельного виробництва). УДВТП „Укрдортехнологія”. – Київ, 2008. – 50 с.
7. Hutzelmeyer H. u. a. Planung und Kontrolle von Bauinvestitionskosten. – Expert Verlag. Kontakt & Studium. B.68.- Grafenau, Deutschland. – 1981. –S.132.

THE MANAGEMENT OF ROAD WORK COST BY THE DIRECT CALCULATION METHOD

Mykola Lykhostup, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Transportation Construction and Property Management Department, National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: lykhostup5n5@gmail.com, tel. +380442807338, +380442803942, <https://orcid.org/0000-0001-8139-1768>

Olena Usychenko, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Transportation Construction and Property Management Department, National Transport University, e-mail: fbbk@ukr.net, tel. +380442803942, <https://orcid.org/0000-0002-7482-8420>

Summary. The article outlines provisions for the establishment of a road works cost management system throughout all stages of project development and implementation. Such a system can be established by accurately determining the complete and actual cost structure of production and subsequently monitoring its adherence during the execution of labor processes that shape the project. It is recommended to ascertain the actual production cost structure using the principles of what is known as direct costing, where calculations are based on information related to the labor processes organization. Information concerning the real planned cost structure of production and the recording of actual costs of its components is conducted within the framework of the method for determining production costs and the existing accounting and reporting system. Based on a further analysis of data regarding planned and actual costs for each cost component, management decision-making procedures are implemented to adjust the development and implementation of labor processes with the goal of achieving a high-quality and loss-free project execution.

Keywords: road construction, cost structure, production organization, direct costing, accounting, management decisions.

References

1. Koshtorysni normy Ukrayiny. Nastanova z vyznachennya vartosti budivnytstva. (Cost Estimate Standards of Ukraine. Guidance on Determining Construction Costs). In Ukrainian.
2. SOU 42.1-37641918-085:2012. Pravyla vyznachennya vartosti robot z ekspluatatsynoho utrymannya avtomobil'nykh dorih zahal'noho korystuvannya, mostiv ta inshykh transportnykh sporud. (Rules for Determining the Cost of Maintenance and Repair Works for Public Roads, Bridges, and Other Transport Structures). In Ukrainian.
3. Lykhostup M.M., Osyayev YU.M. Koshtorysna sprava u dorozhn'omu vyrobnytstvi. Navchal'nyy posibnyk Minosvity Ukrayiny. NTU. – Kyiv, 2014. – 124 s. (Cost Estimation in Road Construction. Educational Manual by the Ministry of Education of Ukraine)/ In Ukrainian.
4. Lips'kyi H.YE., Lykhostup M.M. Osnovy orhanizatsiyi, planuvannya ta upravlinnya dorozhnim vyrobnytstvom. Pidruchnyk Minosvity Ukrayiny. ch.1 – ch.2., „HRANMNA”. – Kyiv, 2010. – 400 s. (Fundamentals of Organization, Planning, and Management in Road Construction. Textbook by the Ministry of Education of Ukraine) In Ukrainian.
5. RA.3.1-218-03449261-519:2006. Rekomendatsiyi z praktychnoho vykorystannya POR dlya vyrishennya planovo-orhanizatsiynykh zadach v dorozhniy haluzi. UDVTP „Ukrdortekhnolohiya”. – Kyiv, 2006. – 56 s. (Recommendations for Practical Application of Project and Organization of Work Software for Solving Planning and Organizational Tasks in the Road Industry). In Ukrainian.
6. IN A.3.1-218-312:2008 Instruktsiya pro poriadok skladannya, pohodzhennya i zatverdzhennya proektiv orhanizatsiyi budivnytstva i proektiv vykonannya robot v dorozhniy haluzi (do DBN A.3.1-5-96 Orhanizatsiya budivel'noho vyrobnytstva). UDVTP „Ukrdortekhnolohiya”. – Kyiv, 2008. – 50 s. (Instruction on the Procedure for Compiling, Approving, and Confirming Construction Organization Projects and Work Execution Projects in the Road). In Ukrainian.
7. Hutzelmeyer H. u. a. Planung und Kontrolle von Bauinvestitionskosten. – Expert Verlag. Kontakt & Studium. B.68.- Grafenau, Deutschland. – 1981. –S.132.