

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

**Міжнародної науково-практичної конференції
«ЕКОСИСТЕМА МАЙБУТНЬОГО:
МІЖДИСЦИПЛІНАРНИЙ ДІАЛОГ ПРО
СТАЛИЙ РОЗВИТОК»**

(м. Київ, 15-16 квітня 2026 року)

Київ

2026

Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «ЕКОСИСТЕМА МАЙБУТНЬОГО: МІЖДИСЦИПЛІНАРНИЙ ДІАЛОГ ПРО СТАЛИЙ РОЗВИТОК» – К.: НТУ, 2026, – 115 с.

ISBN: 978-966-632-342-5 (Online)

У збірнику публікуються тези Міжнародної науково-практичної конференції «ЕКОСИСТЕМА МАЙБУТНЬОГО: МІЖДИСЦИПЛІНАРНИЙ ДІАЛОГ ПРО СТАЛИЙ РОЗВИТОК»

Даний збірник може бути використаний науковими співробітниками і студентами, що працюють над питаннями охорони довкілля, технологій захисту навколишнього середовища, сталого розвитку транспорту, транспортного будівництва, управління на транспорті та економіки.

Матеріали подано у авторській редакції. Відповідальність за зміст матеріалів, їх відповідність вимогам чинного правопису і достовірність фактів та статистичних даних несуть автори

Друкується рішенням організаційного комітету від 10.04.2026 р.

© Автори тез, 2026
© Національний транспортний університет, 2026

Організаційний комітет конференції:

Міністерство освіти і науки України,
Національний транспортний університет,
Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища» НАН
України,
Університет сталого розвитку HNE Eberswalde, Німеччина,
Жешувський технологічний університет імені Ігнація Лукасевича,
Республіка Польща,

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ У СКЛАДІ:

Голова оргкомітету:

Грищук О.К. – канд. техн. наук, професор, ректор Національного транспортного університету.

Заступник голови оргкомітету:

Славінська О.С. – д-р техн. наук, професор, проректор з наукової роботи Національного транспортного університету.

Члени оргкомітету:

Мельниченко О.І. – канд. техн. наук, професор, перший проректор Національного транспортного університету;

Харута В.С. – канд. техн. наук, професор, проректор з навчальної роботи та міжнародних зв'язків Національного транспортного університету;

Ярова Р.В. – канд. юрид. наук, доцент, проректор з навчальної та методичної роботи Національного транспортного університету;

Рутковська І.А. – канд. техн. наук, доцент, завідувача аспірантурою і докторантурою Національного транспортного університету;

Добровольський О.С. – канд. техн. наук, професор, декан автомеханічного факультету Національного транспортного університету;

Бубела А.В. – д-р техн. наук, професор, декан факультету транспортного будівництва Національного транспортного університету;

Заяц О.В. – канд. економ. наук, доцент, в.о. декана факультету менеджменту, логістики та туризму Національного транспортного університету;

Барабаш О.В. – д-р техн. наук, професор, в.о. завідувача кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища Національного транспортного університету;

Твердомед В.М. – канд. техн. наук, доцент, в.о. директора Навчально-наукового Київського інституту залізничного транспорту Національного транспортного університету;

Хрутьба В.О. – д-р техн. наук, професор кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища Національного транспортного університету;
Матейчик В.П. – д-р техн. наук, професор кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища Національного транспортного університету.

ЧЛЕНИ НАУКОВОГО КОМІТЕТУ:

Дичко А.О. – д-р техн. наук, професор кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища Національного транспортного університету;
Кобзиста О.П. – канд. біол. наук, доцент кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища, заступник декана автомеханічного факультету Національного транспортного університету;
Шпиг А.Ю. – канд. техн. наук, доцент, директор НДІ «Проблем транспорту і будівельних технологій», доцент кафедри транспортного будівництва та управління майном Національного транспортного університету;
Іванушко О.М. – д-р філос., учений секретар Національного транспортного університету, доцент кафедри технічної експлуатації автомобілів та автосервісу Національного транспортного університету;
Разбойніков О.О. – канд. техн. наук, Голова Наукового товариства студентів, аспірантів, докторантів і молодих вчених, доцент кафедри автомобілів Національного транспортного університету;
Клочан А.Є. – д-р філос., доцент кафедри інформаційно-аналітичної діяльності та інформаційної безпеки Національного транспортного університету;
Сорочинська О.Л. – канд. істор. наук, доцент кафедри екології та безпеки життєдіяльності Навчально-наукового Київського інституту залізничного транспорту Національного транспортного університету;
Подпіснєв В.С. – старший викладач кафедри технічної експлуатації автомобілів та автосервісу, заступник декана автомеханічного факультету Національного транспортного університету;

СЕКРЕТАРІАТ КОНФЕРЕНЦІЇ:

Шевченко В.Г. – канд. біол. наук, доцент кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища Національного транспортного університету;
Крюковська Л.І. – канд. техн. наук, доцент кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища Національного транспортного університету;
Коломієць С.В. – канд. техн. наук, доцент кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища Національного транспортного університету;
Лисак Р.С. – канд. техн. наук, доцент кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища Національного транспортного університету;
Глухонець А.О. – канд. техн. наук, доцент кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища Національного транспортного університету;
Кухтик Н.О. – д-р філос., доцент кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища Національного транспортного університету;

Пічкур Т.В. – канд. істор. наук, доцент кафедри екології та безпеки життєдіяльності Навчально-наукового Київського інституту залізничного транспорту Національного транспортного університету;

Покшевніцька Т.В. – аспірант кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища Національного транспортного університету.

Затверджено: Наказом ректора Національного транспортного університету
(№ 22/23 від 23.03.2026 р.)

Адреса редколегії: 01010, Україна, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1,
Національний транспортний університет, тел.: +38 (044) 280-20-77
e-mail: ndi@ntu.edu.ua

Засновник, видавець, виготовлювач: Національний транспортний університет. Свідоцтво суб'єкта видавничої діяльності ДК № 1218 від 30.01.2003 р.

Адреса видавця: 01010, Україна, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1,
Національний транспортний університет, тел.: +38 (044) 280-84-48

Адреса виготовлювача: Національний транспортний університет, редакційно-видавничий відділ, 01103, Україна, м. Київ, вул. Михайла Бойчука, 39,
тел.: +38 (044) 284-26-26, e-mail: nturv@gmail.com

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1. ЕКОЛОГІЧНІ ВИКЛИКИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Барабаш О. В. ЕКОЛОГІЧНА СТІЙКІСТЬ ТА БЕЗПЕКА В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ	16
Lipińska I., Stepura L., Getya O. INTEGRATING THE GREEN DEAL PRINCIPLES INTO UKRAINE'S RECOVERY: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES FOR THE AGRI-FOOD SECTOR	17
Сорочинська О.Л. ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ ВІДХОДІВ РУЙНАЦІЇ ТА ШЛЯХИ ЇХ БЕЗПЕЧНОЇ ПЕРЕРОБКИ В ПРОЦЕСІ ВІДБУДОВИ УКРАЇНИ ...	18
Мінаєва Ю.Ю., Мінаєва К.А. ВПЛИВ РУЙНАЦІЇ ІНФРАСТРУКТУРИ НА СТАН ҐРУНТІВ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ	19
Присяжнюк В.А. ВПЛИВ РУЙНАЦІЇ ІНФРАСТРУКТУРИ НА СТАН ҐРУНТІВ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ	20
Коломієць С.В., Барінов М.О. ТРАНСФОРМАЦІЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ УКРАЇНИ НА ЗАСАДАХ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ: ДОСВІД ТА ПЕРСПЕКТИВИ БАГАТОРІВНЕВОГО ПЛАНУВАННЯ	21
Tsiuman Ye.S. ENVIRONMENTAL ASPECTS OF THE RECONSTRUCTION OF UKRAINE'S TRANSPORT INFRASTRUCTURE WITHIN THE FRAMEWORK OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT	22
Покшевніцька Т.В., Шалаєнко Ю.О. УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНИМИ ПРОЄКТАМИ «ЗЕЛЕНОЇ» ВІДБУДОВИ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ В КОНТЕКСТІ EUROPEAN GREEN DEAL	23
Вишемірська Я.С., Вишемірський Є.Д. ДИСТАНЦІЙНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ЯК ІНСТРУМЕНТ УПРАВЛІННЯ ДОВКІЛЛЯМ У ВОЄННИЙ ПЕРІОД	24

Мінаєва Ю. Ю., Каракаш'ян Д. В. РОЛЬ ХМАРНИХ СЕРВІСІВ ТА ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ У МОНІТОРИНГУ ЕКОСИСТЕМ В УМОВАХ ВОЄННИХ ОБМЕЖЕНЬ	26
Шевченко В.Г., Оніщик А.В. ЗАКОНОДАВСТВО УКРАЇНИ У СФЕРІ ДІЯЛЬНОСТІ АГРОСЕКТОРУ	27
Khrutba V., Šerevičienė, V., Khrutba Yu. INTEGRATION OF THE EUROPEAN GREEN DEAL PRINCIPLES INTO THE SUSTAINABLE RECOVERY PROCESS OF UKRAINE THROUGH ADAPTIVE MANAGEMENT	28
Кобзиста О.П., Чорнобай Д.Ю. МОНІТОРИНГ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВОЄННИХ ДІЙ	29
Роменський Р.Р., Хрутьба Ю.С. ESG-ОРІЄНТОВАНІ КОНКУРЕНТНІ СТРАТЕГІЇ ПІДПРИЄМСТВ У КОНТЕКСТІ ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНИ ТА ПРИНЦИПІВ GREEN DEAL	30
Федоров В.В., Корпач О.А., Яновський В.В. ПОРІВНЯЛЬНІ АКУСТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ АКУСТИЧНИХ ЕКРАНІВ	31
Федоров В.В., Яценко Д.М., Босенко В.М. АКУСТИЧНІ ЕКРАНИ ТА АЛГОРИТМИ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ШУМУ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ	32
Шуляк Р., Дичко А.О. УТВОРЕННЯ ВІДХОДІВ В ЄВРОПІ ЯК ІНДИКАТОР ПРОГРЕСУ У ПЕРЕХОДІ ДО ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ ЄС	33
Лисак Р.С., Цюман Є.С., Глухонець А.О. ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ В КОНТЕКСТІ ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ	34
Крюковська Л.І., Гуменчук І.О. СТРАТЕГІЧНІ НАПРЯМИ ВІДНОВЛЕННЯ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ УКРАЇНИ В КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТА КЛІМАТИЧНОЇ АДАПТАЦІЇ	35

СЕКЦІЯ 2. ЕКОЛОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ІННОВАЦІЇ

Дичко А.О., Мінаєва Ю.Ю., Borovyk M. УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД	36
Grubliauskas R., Khrutba V., Sorochynska O. TECHNOLOGICAL INNOVATIONS AND ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF RECYCLING CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE FOR ROAD PAVEMENTS	37
Шведов С.Д., Барабаш О. В. ІННОВАЦІЙНІ ЕКОЛОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ В УМОВАХ ВОЄННОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЕКОНОМІКИ: ВИКЛИКИ, АДАПТАЦІЯ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ	38
Корпач А.О., Корпач О.А. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ	39
Сорочинська О.Л. ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ	40
Коломієць С.В., Чянчіотто К. РЕАЛІЗАЦІЯ МАЛОВІДХОДНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ АСПІРАЦІЙНОГО ПОВІТРЯ НА БАЗІ ПЛОСКОРУКАВНИХ ФІЛЬТРІВ ПРАТ «ЦГЗК»	41
Коломієць С.В., Шандригось Є.О. МІНІМІЗАЦІЯ ВУГЛЕЦЕВОГО СЛІДУ ЛОГІСТИЧНОЇ МЕРЕЖІ ТОВ «ЕКОЛЬ ЛОГІСТІКС» ЧЕРЕЗ ОПТИМІЗАЦІЮ ЗАВАНТАЖЕНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ КІЛЬЦЕВИХ ЛОГІСТИЧНИХ СХЕМ	43
Tsiuman Ye.S., Hlukhonets A.O., Slabinska D.S. SPATIAL AND ECOLOGICAL-ECONOMIC DIMENSIONS OF INNOVATIVE WATER TREATMENT TECHNOLOGIES IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT	44
Барабаш О.В., Крюковська Л.І., Кухтик Н.О. ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ У СИСТЕМІ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ	45

Вишемірська Я. С., студентка Комелягіна А. О. ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ	46
Шевченко В.Г., Кхамлі Д.В. ОСОБЛИВОСТІ ГІДРОЛОГІЧНОГО РЕЖИМУ ВЕРХНЬОЇ ДІЛЯНКИ РІЧКИ ЗДВИЖ	47
Кобзиста О.П., Шевченко В.Г., Терьохіна І.В. НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЧИННИКІВ ПОГІРШЕННЯ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В УМОВАХ ВОЄННИХ ДІЙ ТА МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ	48
Іванушко О.М. ЕКОЛОГІЧНИЙ АВТОСЕРВІС	49
Ширяєва С.В. МУЛЬТИМОДАЛЬНІСТЬ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЯК ЧИННИК ЕКОЛОГІЗАЦІЇ	50

СЕКЦІЯ 3. ЕКОЛОГІЯ ТА БІОРІЗНОМАНІТТЯ

Барабаш О.В., Покшевніцька Т.В. УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНИМИ ПРОЄКТАМИ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ В УМОВАХ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ	51
Хрутьба О.В. ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТА СТРАТЕГІЇ ЗБЕРЕЖЕННЯ ПЗФ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ ТА ГЛОБАЛЬНИХ ВИКЛИКІВ	52
Dobrovolskyi O.S., Nekos A.N. ECOLOGICAL MONITORING AS A FOUNDATION FOR ECOSYSTEM RESTORATION IN POST-CONFLICT TERRITORIES OF UKRAINE	53
Khrutba V., Ibisch P., Dichte A., Khrutba A. MANAGEMENT ASPECTS OF IMPLEMENTING NATURE BASED REHABILITATION PROGRAMS WITHIN THE UKRAINIAN PROTECTED AREA	55

Барабаш О. В., Тарасюк М. В. ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ ВИСОТНИХ ПОЯСІВ І ТИПІВ ОСЕЛИЩ У ВІСОКОГІР'І НПП «СИНЬОГОРА»	56
Сорочинська О.Л. ЗМІНИ БІОРІЗНОМАНІТТЯ ПІД ВПЛИВОМ АНТРОПОГЕННИХ І ВОЄННИХ ЧИННИКІВ	57
Крюковська Л.І., Редька Н.С. АНАЛІЗ ВПЛИВУ ТРАНСПОРТНОГО ПАРАМЕТРИЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ НА ТЕРИТОРІЇ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ ЯК СКЛАДОВА СТАЛОГО РОЗВИТКУ	58
Леоненко В.О. ПРОБЛЕМИ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ У МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ	59
Шилан А.П. ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ ЯК НЕОБХІДНА УМОВА СТАБІЛЬНОСТІ БІОСФЕРИ	60
Шматок В.С. ВПЛИВ АНТРОПОГЕННОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ	61
Швець А.М. ВІДНОВЛЕННЯ ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМ ПІСЛЯ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ	62
Kolomiets S.V., Men A.I. TRANSFORMATION OF WASTE MANAGEMENT HIERARCHY IN CITIES: EUROPEAN VECTOR AND UKRAINIAN REALITIES	63
Tsiuman Ye.S. CLIMATE-ADAPTIVE AND SUSTAINABLE MANAGEMENT OF URBAN TRANSPORT SYSTEMS: AN ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC PERSPECTIVE	64
Шевченко В.Г., Ковтун М.В. ХАРАКТЕРИСТИКА ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ КОРСУНЬ-ШЕВЧЕНКІВСЬКОГО РАЙОНУ	65
Еззін А.-І.Р., Кобзиста О.П. ВПЛИВ ФОСФАТНОГО ЗАБРУДНЕННЯ НА БІОРІЗНОМАНІТТЯ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО ЙОГО ЗНИЖЕННЯ	66

Клочко В.В., Андреев М.С. РОЛЬ БАКТЕРІЙ РОДУ PSEUDOMONAS У ЗБЕРЕЖЕННІ БІОРИЗНОМАНІТТЯ ТА ЕКОЛОГІЗАЦІЇ АГРОСФЕРИ В УМОВАХ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ	67
--	----

Лисак Р.С., Жілін Д.І. ПРОТИПОЖЕЖНИЙ ЗАХИСТ ТЕРИТОРІЙ ТА ОБ'ЄКТІВ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ УКРАЇНИ	68
--	----

СЕКЦІЯ 4. ОСВІТА ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Khrutba V.O., Nikitchenko Y.S. INFORMATION TECHNOLOGY IN ENVIRONMENTAL EDUCATION: THE EXPERIENCE OF THE UKRAINIAN-GERMAN DIGITAL LEARNING NETWORK	69
---	----

Рутковська І.А. ЕКОЛОГІЧНА СВІДОМІСТЬ ЯК ОСНОВА СТАЛОГО РОЗВИТКУ: РЕКОМЕНДАЦІЇ ТА ДОСВІД ПРОЕКТУ TRANSLEARNN	70
--	----

Khrutba V, Nechyporenko A. RESILIENCE OF HIGHER EDUCATION IN CRISIS CONDITIONS THROUGH UKRAINIAN–GERMAN DIGITAL EDUCATIONAL NETWORKS	71
--	----

Барабаш О. В., Пацев І.С. ОСВІТА ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ В БІОСФЕРНИХ ЗАПОВІДНИКАХ: ДАНІ, ЕКОСИСТЕМНИЙ МОНІТОРИНГ І ВИКЛИКИ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ	73
--	----

Пічкур Т.В. ЕКОЛОГІЧНІ ІНІЦІАТИВИ ЯК ЧИННИК ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СВІДОМОСТІ СУСПІЛЬСТВА	74
---	----

Khrutba V., Balykin I., Suprun I. STRATEGIES AND EFFECTIVENESS OF SOCIAL MEDIA INFLUENCE ON THE FORMATION OF ENVIRONMENTAL CONSCIOUSNESS IN UKRAINE	75
---	----

Ігнатюк В.В., Цюман Є.С. МІЖДИСЦИПЛІНАРНИЙ ПІДХІД ДО ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ В ОСВІТІ ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ	76
--	----

Сорочинська О.Л. ІНТЕГРАЦІЯ ПРИНЦИПІВ СТАЛОГО РОЗВИТКУ В ОСВІТНІ ПРОГРАМИ	77
Коломієць С.В. ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ ДЛЯ «ЗЕЛЕНОЇ ЕКОНОМІКИ» ЯК ПРІОРИТЕТ СТРАТЕГІЧНОГО ВІДРОДЖЕННЯ УКРАЇНИ	78
Шевченко В.Г., Кобзиста О.П. ОСВІТНІЙ КОМПОНЕНТ «ВСТУП ДО СПЕЦІАЛЬНОСТІ» ЯК ПЛАТФОРМА ДЛЯ ФОРМУВАННЯ СТАЛОГО СВІТОГЛЯДУ ЕКОЛОГА	79
Лагутенко О.Т., Орлова О.М., Шевченко В.Г. ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СВІТОГЛЯДУ СТАРШОКЛАСНИКІВ ЧЕРЕЗ ДІЯЛЬНІСНИЙ ПІДХІД У ВИВЧЕННІ БІОЛОГІЇ	80
Lototska M.Y. THE SPECIFICS OF STUDYING AT EBERSWALDE UNIVERSITY FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT	82
Brioudes V., Hlukhonets Y. THE PLACE OF THE ENVIRONMENT IN THE ONE HEALTH APPROACH	83
Кобзиста О.П., Оводенко Є.В. ІНТЕГРАЦІЯ ПРИНЦИПІВ СТАЛОГО РОЗВИТКУ В ЕКОЛОГІЧНУ ОСВІТУ ЧЕРЕЗ ВПРОВАДЖЕННЯ СТАНДАРТУ «ЗЕЛЕНИЙ КЛАС»	84
Tsiuman Ye.S., Lysak R.S., Tsiuman S.M. THE ROLE OF STEM EDUCATION IN SHAPING ENVIRONMENTAL AWARENESS AMONG YOUNG LEARNERS IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT	85
Лисак Р.С., Костенко А.В. АКАДЕМІЧНА МОБІЛЬНІСТЬ ЯК ІНСТРУМЕНТИ ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ФАХІВЦІВ У СФЕРІ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	86
Вдовенко Н.М. ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ В ЕКОЛОГІЧНІЙ ОСВІТІ НА ОСНОВІ ЦИФРОВОГО РЕСУРСУ «НАВІГАТОР З АКВАФЕРМЕРСТВА» ЯК ІНСТРУМЕНТУ РОЗВИТКУ АКВАФЕРМЕРСТВА ТА ВЕТЕРАНСЬКОГО ПІДПРИЄМНИЦТВА	87

Мельничук-Володькіна В.В., Хара С.М., Лисак Р.С. ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ В ЕКОЛОГО-ПРОСВІТНИЦЬКІЙ ДІЯЛЬНОСТІ	88
Крюковська Л.І. КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ БАКАЛАВРІВ ТЕХНІЧНОГО ПРОФІЛЮ В УМОВАХ СТАЛОГО РОЗВИТКУ	89

СЕКЦІЯ 5. ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ

Mateichyk V., Mosciszewski J., Piziorski W. USPRAWNIENIE FLOTY TRANSPORTU PUBLICZNEGO POD KĄTEM ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU	90
Mateichyk V., Jakubiec J. CECHY FINANSOWANIA PROJEKTÓW ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU TRANSPORTU W POLSCE	91
Śmieszek M., Paslavskyi S. PORÓWNAWCZA OCENA EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ AUTOBUSÓW MIEJSKICH	92
Токін О.П., Дубас Р.П. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ ЗБИТКІВ ГАЛУЗІ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ НА ДЕОКУПОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ	93
Вергельська Н.В., Покшевницький А.С. ГЕОХІМІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ТОРФОВИХ РОДОВИЩ	95
Борятинський М.Ю. ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ МОСТОВИХ ПЕРЕХОДІВ	96
Цюман Є.С., Глухонець А.О., Огороднік А.О. МОДЕЛЮВАННЯ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ НА ЗАСАДАХ РЕСУРСОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ПРИНЦИПІВ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ	97

Кухтик В.В., Кухтик Н.О., Кухтик А.В. ВИКОРИСТАННЯ АВТОМОБІЛІВ З ГІБРИДНИМИ СИЛОВИМ УСТАНОВКАМИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТРАНСПОРТУ	98
Глухонець А.О., Цюман Є.С., Лисак Р.С. ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА 3-D ТУРИ В ЕКОЛОГІЧНОМУ МОНІТОРИНГУ ТА ОСВІТІ	99
Барабаш О. В., Глухонець А.О., Вознюк Я. Ю. ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ: ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ЕФЕКТИ	100
Сорочинська О.Л. ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ВИРОБНИЦТВ	101
Грек Д.О. ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ В УМОВАХ СТАЛОГО РОЗВИТКУ	102
Косовський А.В. ВИКОРИСТАННЯ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПОСТРАЖДАЛИХ РЕГІОНІВ	103
Яковлева Д.В. ІНЖЕНЕРНІ МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ ВИКИДІВ	104
Коломієць С.В., Циба В.О. ОБҐРУНТУВАННЯ КОМПЛЕКСУ ЗАХОДІВ ЩОДО МІНІМІЗАЦІЇ ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН ВІД ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ АП №2 КП «КИЇВПАСТРАНС»	105
Левківська Л.В. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ САМООЧИЩЕННЯ ВОДОЙМ УКРАЇНИ ПІСЛЯ ТЕХНОГЕННОГО ВПЛИВУ	106
Волошин В.С., Бурко В.А. ТЕРМОДИНАМІЧНИЙ ДУАЛІЗМ ЯК ОБ'ЄКТИВНА ОСНОВА ВІДХОДОУТВОРЕННЯ У ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ ТА ШЛЯХИ ЙОГО ПОДОЛАННЯ	107
Лагутенко О.Т., Шевченко В.Г. КОМПОСТУВАННЯ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ ЯК ЕЛЕМЕНТ ЇХ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНОГО УПРАВЛІННЯ	108

Ілляш О.Е., Ганошенко Г.В. АНАЛІЗ МІЖНАРОДНОГО ТА УКРАЇНСЬКОГО ДОСВІДУ ВИКОРИСТАННЯ БІШОФІТУ	109
Бондаренко Л.П., Крюковський О.М. РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТА ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В СТРАТЕГІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ	110
Мусієнко Д.С., Кобзиста О.П. РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВІЙ ПРОМИСЛОВOSTІ НА ОСНОВІ ОЦІНКИ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ.....	111
Цюман М.П., Ярченко М.О., Рудой Р.В. ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТРАНСПОРТНИХ ДВИГУНІВ ЗА ВИКОРИСТАННЯ КОМБІНАЦІЙ ТРАДИЦІЙНОГО ТА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВ	112
Крюковська Л.І., Покшевніцька Т.В., Руденко Б.О. КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ВПЛИВУ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ЗАВОДІВ ЯК ІНСТРУМЕНТ СТАЛОГО РОЗВИТКУ	114
Добровольський О.С., доц. Трифонов Д.М., аспірант Марченко П.К. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПРИ ВИКОРИСТАННІ СПИРТОВМІСНИХ СУМІШЕЙ	115

СЕКЦІЯ 1 ЕКОЛОГІЧНІ ВИКЛИКИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

УДК 504.06

ЕКОЛОГІЧНА СТІЙКІСТЬ ТА БЕЗПЕКА В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ

**Професор Барабаш О. В.
(Національний транспортний університет)**

Сучасний етап розвитку людства характеризується посиленням глобальних екологічних ризиків, які безпосередньо впливають на можливості реалізації концепції сталого розвитку. Кліматичні зміни, зростання антропогенного навантаження, деградація природних ресурсів, урбанізація та воєнні конфлікти сформували нову систему екологічних викликів, що потребує переосмислення традиційних підходів до управління природокористуванням.

В умовах війни екологічна складова сталого розвитку набула особливої актуальності. Воєнні дії призвели до масштабних руйнувань інфраструктури, забруднення ґрунтів і водних ресурсів, знищення природних екосистем та порушення екологічної рівноваги. За оцінками міжнародних організацій, значні площі територій зазнали мінування, пожеж і техногенного забруднення, створюючи довгострокові загрози для довкілля та здоров'я населення.

Близько 30 % природно-заповідного фонду України опинилося під загрозою деградації або часткового знищення. За даними Міністерства економіки, довкілля та сільського господарства України, зафіксовано понад 2,5 тис. випадків шкоди довкіллю, пов'язаних із воєнними діями, а обсяг викидів парникових газів, спричинених війною, перевищив 150 млн тонн CO₂ еквіваленту. Пожежі та бойові дії негативно впливають на лісові масиви. Понад 3 млн гектарів, що становить близько 25 % лісового фонду країни були частково або знищені по всій території країни. Водночас понад 40 % водних ресурсів зазнали ризику забруднення через руйнування гідротехнічної та промислової інфраструктури. За оцінками експертів, обсяг утворених будівельних і руйнівних відходів перевищує 500 млн тонн, що вимагає впровадження ефективних систем рециклінгу. Економічні втрати від деградації екосистем становлять щонайменше 15 % потенційного ВВП у середньостроковій перспективі. Разом із цим впровадження екологічно орієнтованих технологій дозволяє знизити рівень техногенного навантаження на 20–25 % навіть в умовах обмежених ресурсів

Промислові підприємства, які є ключовими суб'єктами економічної діяльності, одночасно виступають джерелами підвищеного екологічного ризику. Пошкодження виробничих потужностей промислових підприємств, складів пального та хімічних речовин призводить до аварійних викидів, утворення небезпечних відходів і забруднення навколишнього середовища. Крім того, у період воєнного стану частина підприємств працює в умовах обмеженого екологічного контролю, що ускладнює моніторинг.

Таким чином, екологічні виклики сталого розвитку в умовах глобальних криз та воєнних конфліктів мають комплексний і довготривалий характер. Їх подолання потребує міждисциплінарного підходу, поєднання наукових досліджень, інноваційних технологій та ефективної державної політики, спрямованої на збереження природного потенціалу та забезпечення екологічної безпеки майбутніх поколінь.

UDC 502:338.45

***INTEGRATING THE GREEN DEAL PRINCIPLES INTO UKRAINE'S
RECOVERY: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES FOR THE
AGRI-FOOD SECTOR***

Professor Lipińska I. (University of Life Sciences in Poznań, Poland),

PhD student Stepura L. (Institute of Agrarian economics),

Cheaf of international relations department Getya O.

(Scientific and Methodological Center for Higher and Professional Education)

Sustainable development is a key challenge for the planet today, and especially for Ukraine, which is in the process of large-scale recovery after devastating events. The country's recovery must be based on the integration of the principles of the European Green Deal, which provides a balance between economic growth, social responsibility and environmental protection.

For agri-food companies, which play an important role in the recovery of Ukraine's economy, this means the need to introduce innovations that meet the requirements of sustainable development. They must ensure the production of safe, high-quality, environmentally friendly products that meet the growing expectations of consumers for healthy nutrition and minimizing environmental impact. In particular, this applies to reducing the use of pesticides, reducing plastic waste, supporting organic farming and implementing a circular economy.

Europe's historical experience shows that the agricultural revolution was closely linked to technical innovations that increased productivity and contributed to economic growth. Today, Ukraine has a unique opportunity to use modern technologies — from biotechnology to nanotechnology and synthetic biology — to create a more sustainable and environmentally friendly agri-food system. At the same time, it is important to take into account the precautionary principle when assessing the impact of new technologies on human health, biodiversity and climate.

Climate change, soil degradation, increasing urbanization and changing eating habits are putting additional pressure on Ukraine's agri-food system. The response to these challenges should be the implementation of innovative agro-ecological strategies that combine resource efficiency, renewable energy sources and waste recycling. For example, by 2050 it is planned to achieve 50% of renewable energy use in agriculture with a further increase to 100%, which will significantly reduce greenhouse gas emissions.

The European Union, through its "smart specialization" strategy, is stimulating regional innovations that can become a model for Ukraine. It is important that

Ukrainian companies and scientific institutions actively cooperate, exchange knowledge and implement advanced technologies that contribute to the transition to a green economy.

The integration of the Green Deal principles into the recovery of Ukraine also involves the creation of new institutional mechanisms that will ensure transparent management of natural resources, support for regenerative and waste-free agriculture, as well as the democratic formation of food policy. State support should be aimed at the development of public goods, and producers and consumers should work closely together within a sustainable food chain.

Thus, the recovery of Ukraine, taking into account the principles of the Green Deal, is not only a challenge, but also a unique opportunity to build a modern, competitive and environmentally responsible agri-food system that will ensure food security, preserve natural resources and improve the quality of life of future generations.

УДК 504.06:628.4

ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ ВІДХОДІВ РУЙНАЦІЇ ТА ШЛЯХИ ЇХ БЕЗПЕЧНОЇ ПЕРЕРОБКИ В ПРОЦЕСІ ВІДБУДОВИ УКРАЇНИ

Доцент Сорочинська О.Л.

(Національний транспортний університет,

Навчально-науковий Київський інститут залізничного транспорту)

Воєнні дії в Україні спричинили масштабне утворення відходів руйнації (понад 170 млн. т станом на 2025 рік), що характеризуються складною багатокомпонентною структурою та наявністю небезпечних домішок. До їх складу входять бетон, цегла, метал, скло, деревина, полімерні матеріали, а також токсичні речовини (азбест, свинець, кадмій, нафтопродукти), що формують підвищені екологічні ризики в зонах руйнувань.

Основні екологічні ризики зумовлені міграцією забруднювачів у компоненти довкілля. Подрібнені мінеральні матеріали здатні змінювати кислотно-лужний баланс ґрунтів, важкі метали та токсичні сполуки потрапляють у поверхневі й підземні води, а пилові викиди під час демонтажу, сортування і транспортування погіршують якість атмосферного повітря та підвищують ризики для здоров'я населення. Додаткову небезпеку становить наявність вибухонебезпечних залишків і змішаних фракцій відходів.

Ефективне управління відходами руйнації базується на ієрархічному підході: ідентифікація небезпечних компонентів, сортування безпосередньо на місці утворення, вилучення небезпечних фракцій, механічна переробка та повторне використання матеріалів. Застосування мобільних дробильних установок, магнітної сепарації, грохочення та інших технологій дозволяє залучати до 70–80 % мінеральної складової у вторинний обіг із подальшим використанням у дорожньому будівництві, виробництві бетонів нижчих класів та плануванні територій.

В умовах повоєнної відбудови України особливого значення набуває впровадження принципів циркулярної економіки, що передбачає мінімізацію

утворення відходів, повторне використання ресурсів і замкнені матеріальні потоки. Важливими є нормативне врегулювання статусу вторинної сировини, цифровізація обліку потоків відходів, екологічний моніторинг майданчиків тимчасового зберігання та інтеграція підходів, узгоджених із європейськими екологічними стратегіями.

Таким чином, відходи руйнації є не лише джерелом значних екологічних ризиків, але й вагомим ресурсним потенціалом. Їх раціональне управління на основі сучасних технологій переробки та принципів циркулярної економіки забезпечує зниження техногенного навантаження на довкілля, підвищення ефективності використання ресурсів і формування екологічно збалансованої моделі відбудови України.

УДК 628.4

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ КРИМУ ПІСЛЯ ДЕОКУПАЦІЇ

**Старший викладач Мінаєва Ю.Ю., студентка Мінаєва К.А.
(Таврійський національний університет імені В. І. Вернадського)**

Після деокупації Криму одним із ключових викликів стане формування ефективної системи управління відходами. Тривала окупація спричинила деградацію інфраструктури, накопичення значних обсягів відходів і втрату належного контролю за їх обігом. Це зумовлює необхідність розроблення нової регіональної політики, орієнтованої на європейські підходи та принципи економіки замкненого циклу. Основою такої політики має стати імплементація положень Закону України «Про управління відходами», Національної стратегії управління відходами, Стратегії відновлення Криму після деокупації та відповідних директив ЄС. Це передбачає перехід від застарілої моделі захоронення до інтегрованої системи, що базується на ієрархії поводження з відходами: запобігання утворенню, підготовка до повторного використання, рециклінг, відновлення енергії та лише в останню чергу – захоронення.

Ключовими напрямками трансформації системи управління відходами Криму мають стати:

- створення сучасної інфраструктури, зокрема будівництво сміттєпереробних комплексів із попереднім сортуванням, вилученням вторинної сировини та енергетичною утилізацією;
- впровадження роздільного збирання відходів на рівні домогосподарств і підприємств як базового елементу ефективної системи;
- розвиток логістичної мережі, включаючи сортувальні станції, пункти прийому небезпечних відходів, компостувальні майданчики;
- ліквідація несанкціонованих сміттєзвалищ та рекультивація порушених територій;
- запровадження розширеної відповідальності виробника (РВВ) як інструменту економічного стимулювання переробки та зменшення відходів.

Важливим елементом є також цифровізація управління відходами, що передбачає створення єдиної електронної системи обліку, моніторингу потоків відходів та інтеграції даних між органами влади, бізнесом і громадами. Це дозволить підвищити прозорість, ефективність управлінських рішень та контроль за екологічними ризиками. Особливої уваги потребує оцінка поточного стану регіону, яка має включати аналіз адміністративно-територіальних, соціально-економічних і природно-географічних характеристик, а також інвентаризацію накопичених відходів різних типів: побутових, будівельних, медичних, небезпечних. На цій основі доцільно застосувати SWOT-аналіз для визначення потенціалу впровадження сучасних логістичних підходів у сфері управління відходами. Отже, управління відходами Криму після деокупації має розглядатися не лише як технічне завдання, а як комплексна екологічна та інституційна трансформація. Реалізація сучасної моделі управління відходами сприятиме підвищенню екологічної безпеки, відновленню природних ресурсів та інтеграції регіону в європейський простір сталого розвитку.

УДК 504.53:624

ВПЛИВ РУЙНАЦІЇ ІНФРАСТРУКТУРИ НА СТАН ҐРУНТІВ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ

Студентка Присяжнюк В.А.

(Національний транспортний університет,

Навчально-науковий Київський інститут залізничного транспорту)

Руйнація об'єктів міської інфраструктури внаслідок воєнних дій є потужним чинником трансформації ґрунтового покриву урбанізованих територій. Формування значних обсягів будівельних уламків, потрапляння паливно-мастильних матеріалів, продуктів згоряння та фрагментів конструкцій зумовлюють виникнення локальних осередків техногенного забруднення. Ґрунти виконують функцію акумуляції токсикантів (важкі метали, нафтопродукти, поліциклічні ароматичні вуглеводні, залишки будівельної хімії), що створює довготривалі екологічні ризики для міського середовища.

Основні наслідки впливу руйнації на ґрунтовий покрив: порушення ґрунтового профілю внаслідок вибухів, обвалів і роботи техніки; ущільнення, зниження пористості та водопроникності ґрунтів; зменшення біологічної активності та деградація мікробіоти; зміна гранулометричного складу, водно-повітряного режиму та кислотно-лужних характеристик; накопичення токсичних елементів (Pb, Cd, Cu, Zn) і органічних забруднювачів.

Техногенна трансформація ґрунтів відбувається через змішування ґрунту з відходами руйнації. Бетон і цегла підвищують лужність, а пофарбовані матеріали та металеві елементи додають важкі метали, що призводить до деградації ґрунтового шару.

Важливим аспектом є вторинна міграція забруднювачів. Токсичні речовини з поверхневого шару ґрунту переносяться атмосферними опадами у поверхневі та підземні води, а також у зливову каналізацію, що сприяє поширенню

забруднення за межі первинних осередків. Додаткову небезпеку становить пил із порушених ділянок, який містить дрібнодисперсні частинки токсикантів і погіршує якість атмосферного повітря.

Оцінка стану ґрунтів у постраждалих міських територіях передбачає:

- проведення комплексного екологічного обстеження;
- моніторинг вмісту забруднювальних речовин;
- просторове картування зон техногенного впливу;
- аналіз ризиків для населення та урбоєкосистем.

У контексті сталого розвитку відновлення ґрунтового покриву має базуватися на поєднанні інженерних і біотехнологічних рішень, зокрема:

- видалення найбільш забруднених шарів ґрунту;
- рекультивация порушених територій;
- застосування фіторе mediaційних технологій;
- запобігання вторинному забрудненню під час демонтажу та поводження з відходами руйнації.

Таким чином, руйнація інфраструктури призводить до комплексної деградації ґрунтів міських територій і формування довготривалих екологічних ризиків. Комплексний підхід до оцінки та відновлення ґрунтового покриву є необхідною умовою мінімізації наслідків техногенного впливу та забезпечення екологічно безпечного розвитку урбанізованих територій.

УДК 504.064.4:338.24

ТРАНСФОРМАЦІЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ УКРАЇНИ НА ЗАСАДАХ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ: ДОСВІД ТА ПЕРСПЕКТИВИ БАГАТОРІВНЕВОГО ПЛАНУВАННЯ

**Доцент Коломісць С.В., студент Барінов М.О.
(Національний транспортний університет)**

Сучасний стан сфери управління відходами в Україні характеризується як техногенний та ресурсомісткий, де понад 94% побутових відходів потрапляють на полігони та стихійні звалища. Набуття Україною статусу кандидата у члени ЄС вимагає негайної адаптації екологічного законодавства до положень Директиви 2008/98/ЄС, що передбачає перехід від лінійної моделі до циркулярної економіки. Фундаментальним інструментом цієї трансформації виступає п'ятиступенева ієрархія, де пріоритет надається запобіганню утворенню відходів та їх рециклінгу.

На національному рівні стратегічне планування базується на Законі України «Про управління відходами» та Національному плані до 2033 року. Держава встановлює амбітні цілі: досягнення рівня рециклінгу побутових відходів у 35% до 2040 року та впровадження принципів розширеної відповідальності виробника. Економічні важелі, такі як принцип «забруднювач платить» та реформування екологічного податку, мають стати бар'єром для захоронення ресурсів.

На муніципальному рівні ключовим механізмом є вертикальна синхронізація регіональних та місцевих планів управління відходами. Ефективність муніципальної системи визначається 10 принципами, серед яких: базування на достовірних даних, прозорість тарифів та професійне управління. Практичний досвід Львова щодо компостування органіки (яка складає до 41% морфологічного складу) та створення центрів управління відходами у Хмельницькому демонструють життєздатність циркулярних рішень на місцях. Важливою є зміна підходу ОСББ: перехід від нарахувань за «квадратний метр» до системи «плати за те, що викидаєш» та розвиток конкурентного ринку послуг. На корпоративному рівні планування включає розробку внутрішніх планів управління відходами та впровадження обліку «безповоротних відходів». Підприємства мають орієнтуватися на промисловий симбіоз та екодизайн, що подовжує життєвий цикл продукції. Використання цифрових інструментів (ERP-системи, GPS-моніторинг) забезпечує прозорість руху ресурсів та запобігає появі несанкціонованих звалищ.

Сучасні виклики, зумовлені війною, вимагають інтеграції в плани заходів щодо управління відходами від руйнувань, обсяг яких перевищує 7,5 млн. м³. Пріоритетом є використання мобільного дробильного обладнання для отримання вторинної сировини для відбудови інфраструктури.

Проведене дослідження підтверджує, що трансформація сфери управління відходами в Україні на засадах циркулярної економіки є не лише екологічною необхідністю, а й стратегічним імперативом у контексті євроінтеграції та повоєнної відбудови. Тільки синергія між державною стратегією, технічними рішеннями громад та відповідальністю бізнесу дозволить Україні досягти цілей European Green Deal та побудувати сталу систему управління ресурсами.

UDC 504.06:656.1/5:502.131.1

***ENVIRONMENTAL ASPECTS OF THE RECONSTRUCTION OF UKRAINE'S
TRANSPORT INFRASTRUCTURE WITHIN THE FRAMEWORK OF
SUSTAINABLE DEVELOPMENT***

**Associate professor Tsiuman Ye.S.
(National Transport University)**

In the context of the full-scale war, Ukraine's transport infrastructure has experienced extensive destruction, resulting not only in significant economic losses but also in considerable environmental impacts (EIA). The reconstruction of roads, bridges, logistics hubs, and related infrastructure represents a new stage in national development, which should be grounded in the principles of sustainable development and environmental security.

Contemporary approaches to the restoration of transport infrastructure require the integration of environmental criteria throughout all stages of the project life cycle, from planning to operation. In this regard, EIA plays a pivotal role, as it enables the minimization of adverse effects on ecosystems, reduction of greenhouse gas emissions, and rational use of natural resources.

A review of scientific approaches to transport sector development highlights the necessity of transitioning to the concept of “green infrastructure,” which involves the application of environmentally sustainable materials, implementation of energy-efficient technologies, and promotion of alternative modes of transport. In this context, the optimization of transport flows is of particular importance, as it contributes to reducing atmospheric pollution and enhancing the overall efficiency of the transport system. Another key direction is the implementation of circular economy principles in reconstruction processes. The reuse of construction materials, recycling of demolition waste, and reduction of landfill volumes significantly decrease anthropogenic environmental pressure. Consequently, effective management of war-related waste becomes a critical component of sustainable recovery. Furthermore, it is essential to ensure the integration of European environmental standards aligned with sustainable development principles, facilitating the harmonization of national policies with international frameworks. This creates additional opportunities for attracting investment and implementing joint infrastructure projects. Particular attention should be given to public-private partnership mechanisms, which enable the alignment of economic efficiency with environmental responsibility, ensuring sustainable financing and fostering the adoption of innovative ecological solutions.

Therefore, the reconstruction of Ukraine’s transport infrastructure should be carried out with due consideration of environmental priorities, including the implementation of advanced technologies, adherence to sustainable development principles, and alignment with environmental standards. This will contribute not only to economic recovery but also to the establishment of a safe and environmentally balanced environment for future generations. At the same time, systematic monitoring of environmental indicators in infrastructure projects is essential for the timely adjustment of management decisions. This will enhance the effectiveness of public policy in the field of reconstruction and ensure its compliance with the European Green Deal, as well as national regulatory frameworks.

УДК 502.131.1:005.8

***УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНИМИ ПРОЄКТАМИ «ЗЕЛЕНОЇ» ВІДБУДОВИ
ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ В КОНТЕКСТІ EUROPEAN GREEN DEAL***

Аспірантка Покшевніцька Т.В., студент Шаласько Ю.О.

(Національний транспортний університет)

Повномасштабна збройна агресія проти України завдала колосальних збитків інфраструктурі країни: зруйновано тисячі кілометрів доріг, мостів, об'єктів енергетики, комунального господарства та житлового фонду. Загальна вартість відновлення, за оцінками Світового банку, перевищує 500 млрд доларів. Перед Україною постає стратегічний вибір: відбудовувати «як було» або використати цей трагічний шанс для переходу до сталої, низьковуглецевої інфраструктури відповідно до принципів European Green Deal (EGD).

Ключовою проблемою «зеленої» відбудови є не лише фінансування чи нормативна база, а й ефективне управління екологічними проєктами. Саме

проектний підхід здатний забезпечити системну інтеграцію вимог EGD у всі стадії відновлення – від планування та проєктування до реалізації та моніторингу результатів. Однак існуюча практика відбудови в Україні демонструє фрагментарність: екологічні критерії нерідко додаються формально, а не закладаються в саму логіку проєкту.

Управління екологічними проєктами у контексті «зеленої» відбудови передбачає кілька взаємопов'язаних складових. По-перше, екологічну оцінку на передпроектній стадії – обов'язкове визначення «вуглецевого сліду» майбутнього об'єкта та альтернативних «зелених» рішень. По-друге, інтеграцію стандартів EGD у технічні завдання та конкурсну документацію, що особливо важливо в умовах великого обсягу міжнародного фінансування. По-третє, налагодження системи моніторингу екологічних показників на всіх етапах реалізації, а не лише за підсумками проєкту.

Практичним інструментом реалізації такого підходу може стати запровадження посади «зеленого» проєктного менеджера або екологічного радника у структурі команди кожного великого інфраструктурного проєкту. Цей фахівець забезпечував би відповідність рішень принципам Do No Significant Harm, вимогам таксономії ЄС та цілям кліматичної нейтральності. Досвід Польщі, Чехії та країн Балтії свідчить, що подібна інституціоналізація суттєво підвищує якість екологічного врядування під час реалізації програм структурних фондів ЄС.

Інституційним підґрунтям для цього в Україні може слугувати розвиток компетентностей у сфері «зеленого» проєктного управління через освітні програми, сертифікацію фахівців та включення екологічних KPI до системи оцінки результативності реалізації відновлювальних програм. Такі заходи відповідають зобов'язанням, взятим Україною в рамках Угоди про асоціацію з ЄС, і є передумовою ефективного освоєння міжнародної допомоги.

Таким чином, «зелена» відбудова інфраструктури України потребує не лише фінансових ресурсів і нормативних змін, а й якісно нового рівня управління екологічними проєктами. Системне впровадження проєктного менеджменту з інтегрованою екологічною складовою дозволить перетворити відновлення країни на реальний крок до сталого розвитку та відповідності стандартам European Green Deal.

УДК 004.77

ДИСТАНЦІЙНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ЯК ІНСТРУМЕНТ УПРАВЛІННЯ ДОВКІЛЛЯМ У ВОЄННИЙ ПЕРІОД

**Старший викладач Вишемірська Я.С., студент Вишемірський Є.Д.
(Таврійський національний університет імені В. І. Вернадського)**

Воєнні дії створюють суттєві виклики для системи екологічного менеджменту, оскільки супроводжуються руйнуванням інфраструктури, забрудненням природних ресурсів та порушенням функціонування екосистем. У таких умовах традиційні підходи до моніторингу довкілля стають обмеженими через

відсутність доступу до окремих територій і неможливість проведення польових досліджень.

Однією з ключових проблем є дефіцит достовірної екологічної інформації, особливо на тимчасово окупованих територіях. У відповідь на цей виклик активно впроваджуються дистанційні методи екологічного моніторингу, що базуються на використанні супутникових даних і хмарних платформ обробки інформації. Такі технології дозволяють отримувати актуальні дані про стан природних ресурсів незалежно від фізичного доступу до територій. Вони забезпечують аналіз змін землекористування, оцінку стану лісових масивів, виявлення пожеж, деградації ґрунтів і забруднення водних об'єктів.

Особливу роль відіграють хмарні геоінформаційні платформи, які дозволяють обробляти великі обсяги просторових даних і здійснювати їх візуалізацію у вигляді інтерактивних карт.

Практична реалізація дистанційного екологічного моніторингу здійснюється за допомогою сучасних цифрових платформ, що забезпечують доступ до супутникових даних та інструментів їх аналізу. Зокрема, платформа Google Earth Engine дозволяє виконувати обробку великих масивів екологічної інформації без необхідності використання локальних обчислювальних ресурсів. Вона інтегрує дані супутникових місій Sentinel, Landsat та інших джерел, що дає змогу здійснювати аналіз змін землекористування, стану рослинності та водних ресурсів у часовій динаміці.

Важливим доповненням до таких інструментів є використання відкритих онлайн-сервісів, орієнтованих на моніторинг окремих компонентів довкілля. Наприклад, платформа Global Forest Watch забезпечує оперативне відстеження змін лісового покриву, включаючи вирубки, пожежі та деградацію екосистем. Додатково, використання інтегрованих геоінформаційних сервісів дозволяє поєднувати супутникові дані з аналітичними моделями для оцінки екологічних ризиків і підтримки управлінських рішень.

Використання дистанційного моніторингу дає змогу перейти від фрагментарного збору інформації до системного аналізу екологічних процесів. Це забезпечує більш ефективне управління природними ресурсами, знижує ризики екологічних катастроф та сприяє формуванню стратегій сталого розвитку.

Таким чином, інтеграція цифрових технологій у систему екологічного менеджменту є необхідною умовою забезпечення екологічної безпеки в умовах воєнних викликів. Дистанційний моніторинг виступає ефективним інструментом отримання даних, їх аналізу та прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

***РОЛЬ ХМАРНИХ СЕРВІСІВ ТА ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ У
МОНІТОРИНГУ ЕКОСИСТЕМ В УМОВАХ ВОЄННИХ ОБМЕЖЕНЬ***

**Старший викладач Мінаєва Ю. Ю., студентка Каракаш'ян Д. В.
(Таврійський національний університет імені В. І. Вернадського)**

Сучасна екологічна ситуація в Україні, що погіршилась внаслідок війни, потребує введення нових підходів до збору та аналізу даних. Особливої актуальності це питання набуває для Криму та інших тимчасово окупованих територій, де проведення польових досліджень та наземного моніторингу зараз є фізично неможливим або небезпечним для життя дослідників. Обмеження доступу до об'єктів природно-заповідного фонду та зон екологічної катастрофи створює брак інформації, який можна подолати завдяки використанню технологій дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та хмарних обчислювальних платформ. Військові дії спричиняють погіршення стану екосистем через хімічне забруднення ґрунтів, пожежі в лісових масивах та неконтрольоване використання водних ресурсів. У таких умовах хмарні технології стають ключовим інструментом, що забезпечує віддалений доступ до об'єктивної інформації. Використання супутникових систем дозволяє здійснювати безперервний нагляд за станом навколишнього середовища, виявляти випадки незаконного використання ресурсів та оцінювати масштаби змін у ландшафті у режимі реального часу. Важливим аспектом є використання інтегрованих платформ, таких як Google Earth Engine та Copernicus. Ці сервіси дозволяють обробляти великі обсяги космічних знімків, використовуючи потужності віддалених серверів, що зменшує потребу в дорогому місцевому обладнанні. Завдяки алгоритмам штучного інтелекту можна автоматично відстежувати зміни у біорізноманітті, аналізувати темпи вирубки лісів (зокрема через інструменти Global Forest Watch) та контроль якості повітря над районами активних бойових дій. Крім технічних переваг, хмарні технології допомагають розширювати міжнародну взаємодію в екологічних дослідженнях. Спільний доступ до даних у хмарі дозволяє українським науковцям координувати зусилля з міжнародними організаціями, забезпечуючи верифікацію екологічних злочинів на світовому рівні. Це створює надійну базу для майбутнього післявоєнного відновлення та розробки стратегій відновлення постраждалих територій. Хмарні технології та дистанційне зондування стають важливими інструментами для безпечного та ефективного моніторингу екосистем навіть у зонах бойових дій. Вони дозволяють автоматично відстежувати зміни в природі, оцінювати стан лісів, водних ресурсів і повітря, а також підтримують міжнародну співпрацю та перевірку даних. Такий підхід створює надійну основу для післявоєнного відновлення природи і планування стратегій відновлення постраждалих територій.

Економічний розвиток держави у післявоєнний період повинен супроводжуватись збалансованою експлуатацією природних ресурсів, відповідальним ставленням до охорони навколишнього середовища, що сприяє досягненню збалансованого (сталого) розвитку.

Для забезпечення сталого розвитку сільського господарства і сільських територій та створення сприятливих умов для досягнення стратегічних цілей щодо формування конкурентоспроможного, стійкого і диверсифікованого аграрного сектора, що гарантує довгострокову продовольчу безпеку, в Україні схвалено Стратегію розвитку сільського господарства та сільських територій до 2030 року, а також затверджено операційний план її реалізації на 2025–2027 рр. Особливого значення це законодавство набуває саме в контексті відновлення аграрного сектору, який зазнав суттєвих втрат і структурних змін. Стратегія не лише окреслює напрям розвитку, а й формує комплексну основу для модернізації галузі, відновлення виробничого потенціалу, підтримки сільських територій та підвищення їх соціально-економічної стійкості. Вона враховує необхідність трансформації державної політики відповідно до сучасних викликів, зокрема у зв'язку з набуттям Україною статусу кандидата на вступ до ЄС та виконанням міжнародних зобов'язань.

Таким чином, Стратегія виступає ключовим інструментом інтеграції українського аграрного сектору до європейського простору та впровадження принципів сталого розвитку в економічній, екологічній і соціальній сферах.

Не менш важливу роль у процесі відновлення відіграє затвердження Концепції Державної цільової економічної програми розвитку тваринництва на період до 2033 року. Ця галузь в силу різноманітних причин роками скорочувалась. Тому важливо приділити в законодавчому порядку цьому увагу. Значення програми полягає у створенні передумов для відродження та модернізації тваринницької галузі, яка є однією з ключових складових аграрного сектору.

Концепція визначає засади формування ефективного, конкурентоспроможного виробництва, орієнтованого на стандарти ЄС, що є важливим кроком до підвищення якості та безпечності харчової продукції. Крім того, важливим аспектом є спрямованість цього законодавства на підтримку малих і середніх господарств, особливо тих, що функціонують у сільській місцевості. Це сприяє не лише економічному відновленню галузі, а й соціальному відродженню села, створенню робочих місць та збереженню людського потенціалу.

Отже, зазначені нормативно-правові документи є не просто програмними актами, а стратегічною основою, важливими елементами для комплексного відновлення аграрного сектору України не тільки у післявоєнний період, але і на перспективу, підвищення його стійкості до кризових викликів, забезпечення продовольчої безпеки та формування сучасної моделі сільськогосподарського

розвитку, що відповідає європейським стандартам і принципам сталого розвитку.

UDC 504.06:005.31(477)

***INTEGRATION OF THE EUROPEAN GREEN DEAL PRINCIPLES INTO
THE SUSTAINABLE RECOVERY PROCESS OF UKRAINE THROUGH
ADAPTIVE MANAGEMENT***

**Professor Khrutba V. (National Transport University),
associate professor Šerevičienė V. (Vilnius Gediminas Technical University,
Vilnius, Lithuania),
associate professor Khrutba Yu.**

The post-war reconstruction of Ukraine represents a unique opportunity to align national infrastructure with the European Green Deal. This study examines how the principles of climate neutrality, circular economy, and biodiversity protection can be integrated into the National Recovery Plan using strategic adaptive management and international academic networks.

Integrating the European Green Deal into Ukraine's recovery is not merely an environmental requirement but a strategic path toward economic resilience and international standards. Central to this process is the Erasmus+ TransLearnN project ("Transformational Learning Network for Resilience"), which facilitates a "Build Back Better" approach by enabling higher education institutions to adopt sustainable reconstruction standards and modern ecological frameworks.

The methodology of Open Standards for the Practice of Conservation, supported by Miradi Share software, serves as the operational backbone for this integration. It allows for the creation of clear "Theories of Change" that link recovery actions directly to Green Deal targets, such as zero pollution and energy efficiency. During international academic exchanges and specialized Spring Schools, this framework has been enhanced by advanced expertise in environmental engineering.

A crucial element of this integration is the development of a comprehensive monitoring network that aligns with the EU's Zero Pollution ambition. Within the framework of the TransLearnN project, collaborative research has demonstrated the synergy between strategic planning and environmental engineering. By incorporating advanced sensors and data analytics for air and water quality, the recovery process gains a robust verification mechanism. This technological layer ensures that "green" reconstruction is not just a strategic goal but a measurable reality, allowing for real-time adjustments of recovery plans based on accurate environmental data.

Furthermore, the study emphasizes that successful integration requires robust financial instruments, such as the LIFE Programme, which provides a vital mechanism for funding projects related to the circular economy and clean energy transition. The synergy between adaptive management tools and international technical expertise ensures that recovery efforts are transparent, science-based, and ecologically sound.

The integration of Green Deal principles into the recovery process through specialized academic networks and adaptive management frameworks is essential for long-term

sustainability. By leveraging methodological support and engineering expertise, the recovery process can be transformed into a model for green transition and climate resilience, ensuring that new infrastructure meets stringent ecological standards.

УДК 504.3.054:504.064.3:355.4

**МОНІТОРИНГ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ УРБАНІЗОВАНИХ
ТЕРИТОРІЙ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВОЄННИХ ДІЙ**

Доцент Кобзиста О.П., студент Чорнобай Д.Ю.

(Національний транспортний університет)

У сучасних умовах воєнних дій на території України проблема якості атмосферного повітря в урбанізованих екосистемах набуває особливої актуальності. Інтенсивні бойові дії, руйнування промислових об'єктів, інфраструктури, пожежі та вибухи спричиняють значне зростання рівня забруднення повітря, що становить загрозу для здоров'я населення та функціонування міських екосистем.

Основними джерелами забруднення атмосферного повітря внаслідок воєнних дій є продукти згоряння нафтопродуктів, будівельних матеріалів, боєприпасів, а також викиди токсичних речовин у результаті пошкодження хімічно небезпечних підприємств. До найбільш небезпечних забруднювачів належать дрібнодисперсні частинки (PM_{2.5} та PM₁₀), оксиди азоту, діоксид сірки, чадний газ, важкі метали та органічні токсиканти. Їх концентрації можуть значно перевищувати гранично допустимі норми, особливо в районах активних бойових дій.

Система моніторингу атмосферного повітря в таких умовах потребує адаптації до нових викликів. Традиційні стаціонарні пости спостереження часто виявляються пошкодженими або недоступними, що знижує ефективність збору даних. У зв'язку з цим актуальним є впровадження мобільних та дистанційних методів моніторингу, зокрема використання переносних сенсорних систем, безпілотних літальних апаратів та супутникових технологій. Це дозволяє оперативно оцінювати рівень забруднення навіть у важкодоступних або небезпечних зонах.

Важливим аспектом є інтеграція даних з різних джерел у єдині інформаційні системи, що забезпечують аналіз та прогнозування стану атмосферного повітря. Використання геоінформаційних технологій і цифрових платформ сприяє підвищенню точності оцінок та ефективності управлінських рішень у сфері екологічної безпеки.

Окремої уваги потребує питання впливу забруднення повітря на здоров'я населення. Підвищені концентрації токсичних речовин можуть призводити до зростання респіраторних, серцево-судинних та онкологічних захворювань. У зв'язку з цим необхідним є впровадження систем раннього попередження населення про небезпечні рівні забруднення та розробка заходів щодо мінімізації ризиків.

Таким чином, моніторинг атмосферного повітря урбанізованих територій в умовах воєнних дій є ключовим інструментом забезпечення екологічної безпеки та сталого розвитку. Підвищення його ефективності можливе за рахунок впровадження інноваційних технологій, розширення мережі спостережень та інтеграції отриманих даних у системи управління довкіллям.

УДК 338.24 : 502.131.1

***ESG-ОРІЄНТОВАНІ КОНКУРЕНТНІ СТРАТЕГІЇ ПІДПРИЄМСТВ У
КОНТЕКСТІ ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНИ ТА ПРИНЦИПІВ GREEN DEAL***

Студент Роменський Р.Р., доцент Хрутьба Ю.С.

(Київський національний університет імені Тараса Шевченка)

Відновлення України в умовах воєнних та повоєнних викликів ставить перед підприємствами нові вимоги щодо формування конкурентних стратегій. Зростаючий акцент на принципах European Green Deal, вимоги екологічної сертифікації та ESG-стандарти перетворюються на ключові умови доступу до міжнародних ринків і залучення інвестицій. У цьому контексті інструменти формування конкурентної стратегії набувають виразного еколого-економічного виміру.

Аналітичні інструменти — PESTEL-аналіз, SWOT, модель п'яти сил Портера — дозволяють комплексно оцінити екологічні загрози й можливості: від управління відходами воєнного походження до потенціалу «зеленої» диференціації. GAP-аналіз виявляє розриви між поточною екологічною відповідністю підприємства та вимогами ЄС.

Серед конкурентних стратегій, актуальних для умов відбудови, виділяються: стратегія екологічної диференціації (позиціювання через «зелений» продукт і стандарти); стратегія зниження витрат через енергоефективність та ресурсозбереження; інноваційна стратегія — цифровізація і впровадження екологічних технологій; стратегія фокусування на ESG-сегментах споживачів та інвесторів.

Практична реалізація ESG-орієнтованих стратегій передбачає:

- інтеграцію екологічних KPI у систему стратегічного контролінгу (Balanced Scorecard, OKR);
- впровадження енергоефективних технологій і відповідальне управління відходами відбудови;
- орієнтацію на стандарти ISO 14001, EU Taxonomy та вимоги зеленого публічного закупівництва;
- залучення грантових програм ЄС та венчурного фінансування під «зелені» проєкти.

Таким чином, інтеграція принципів сталого розвитку та Green Deal у конкурентні стратегії підприємств є не лише відповіддю на екологічні виклики відновлення України, а й стратегічною передумовою підвищення їхньої конкурентоспроможності на європейських ринках.

***ПОРІВНЯЛЬНІ АКУСТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ АКУСТИЧНИХ
ЕКРАНІВ***

**Доцент Федоров В.В., доцент Корпач О.А., доцент Яновський В.В.
(Національний транспортний університет)**

При тривалій акустичній дії шум викликає необоротну втрату слуху (туговухість), шкідливо впливає на нервову систему, руйнує шлунково-кишковий тракт, згубно впливає на психіку людини, понижує гостроту зору, порушує діяльність серцево-судинної системи, знижує продуктивність праці, створює небезпеку нещасних випадків через невиразність звукових сигналів та нерозуміння усної мови. Для зниження рівня транспортного шуму, що створюють автотransпортні засоби при русі по магістралях, широко використовуються шумозахисні споруди. Дані споруди бувають багатьох видів залежно від габаритних розмірів, матеріалу, акустичних властивостей тощо. За акустичними характеристиками конструкції шумозахисних екранів ділять на дві групи: шумовідбиваючі та шумопоглинальні. Від шумовідбивних екранів звукова енергія відбивається в протилежну від об'єкта, що захищається, сторону, шумопоглинальні в результаті поглинання звукової енергії не викликають збільшення шуму на протилежному боці дороги і збільшення шуму в салонах проїжджаючих автомобілів. Досі вважається, що для забудови, яка захищається, акустична ефективність шумовідбивного і шумопоглинального екранів однакова. Шумовідбивні екрани використовуються для захисту житлової забудови в наступних випадках: на протилежній від забудови, яка захищається, території забудова відсутня на відстані 500 м; житлова забудова, що розташована на протилежному від забудови, яка захищається, території, знаходиться нижче рівня проїзної частини автомобільної дороги; житлова забудова, що розташована на протилежному від забудови, яка захищається, території, знаходиться на відстані більш, ніж в 20 разів перевищує висоту екранів; шум відбивається похилим шумозахисним екраном в зону, яка не потребує захисту. Шумопоглинальні екрани застосовують для захисту житлової забудови в наступних випадках: якщо необхідно перешкодити у відкритій для шуму житловій забудові збільшення шуму на 3 дБА, коли забудова розташована на відстані менше 500 м від шумопоглинального екрану; якщо необхідно перешкодити підвищенню рівнів звуку в зоні звуковий тіні від багаторазового відбиття шуму. Для цієї мети можуть використовуватися як вертикальні поглинаючі екрани, так і похилі шумовідбивні екрани; якщо необхідно перешкодити підвищенню рівня звуку за шумозахисним екраном внаслідок відбиття шуму від високих кузовів автомобілів, автобусів і т.д. при висоті екранів до 3,5 м і високою поверховою житлової забудови. Розглянута ситуація багаторазового відбиття звукових хвиль між автомобілем і шумозахисною спорудою. Причому, в одному випадку використовується шумозахисна споруда з низьким рівнем звукопоглинання (шумовідбивний екран), а в іншому – з високим, тобто це шумопоглинальний акустичний екран. Математично

доведено, що акустична ефективність для такої ситуації шупоглиналиного акустичного екрану на 5 дБА вища, ніж шумовідбивного. Висновком цього може бути необхідність монтажу вздовж автомагістралей акустичних екранів з високими коефіцієнтами звукопоглинання.

УДК 629.113/.115; 534.836.2; 534.286; 534.322.3.699.84

***АКУСТИЧНІ ЕКРАНИ ТА АЛГОРИТМИ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ШУМУ
ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ***

**Доцент Федоров В.В., доцент Яценко Д.М., доцент Босенко В.М.
(Національний транспортний університет)**

Транспорт, в тому числі автомобільний, відіграє суттєву роль у житті сучасного суспільства. Підтримання рівня життя населення на більш високому рівні у значній мірі залежить від існуючих транспортних систем, розвиток яких приводить в основному до позитивних соціальних та економічних наслідків. В той же час транспорт може також привести й до певних негативних наслідків. Один з них – це акустичний шум, який транспорт створює. Автомобілі є складовою частиною дорожнього транспорту. Якщо проблему шуму на ділянках автомобільних доріг, що проходять через населені пункти, не вдається вирішити за допомогою впровадження вимог до автомобілів, певними обмеженнями руху (наприклад, заборона проїзду важких вантажних автомобілів) та ін., то чи не єдиним способом, що залишається, є впровадження шумозахисних споруд. До шумозахисних споруд висувають наступний комплекс вимог: реалізацію необхідного або можливого зниження шуму до значень, що регламентуються санітарними нормами; не високу будівельну вартість; забезпечення безпеки дорожнього руху; забезпечення відводу води з проїжджої частини; можливість доступу населення до зупинок громадського транспорту; довговічність – несхильність саморуйнування і корозії матеріалів, стійкість до атмосферних впливів, шкідливому впливу вихлопних газів і антигололідних реагентів; зручність і безпеку експлуатації (виконання робіт по ремонту та утриманню споруди, не перешкоджати очищенню дороги від снігу; пожежна безпека – вогнетривкість, особливо в населених пунктах; захист від вандалізму). Перед монтажем шумозахисних споруд вкрай необхідні знання про рівень транспортного шуму, що існує. Одним із існуючих способів отримання таких знань є, так званий, розрахунковий, який і був розроблений. Перш за все, автомобіль був розглянутий як точкове джерело шуму: два джерела шуму, які розміщувались на автомобілі або на протилежних кінцях або в одній точці. Математичним шляхом було доведено, що автомобіль з невеликим наближенням можна вважати точковим джерелом шуму. Показано, що у більшості випадків автомобіль можна розглядати як точкове джерело шуму, від якого розповсюджуються сферичні хвилі. Було розглянуто рівняння еквівалентного рівня шуму однорідного транспортного потоку з однією смугою руху в одній точці розрахунку. Також розроблено алгоритм розрахунку еквівалентного рівня шуму однорідного транспортного потоку з однією та двома смугами руху в N

точках розрахунку. На основі попередніх розрахунків був розроблений алгоритм для загального випадку: алгоритм розрахунку еквівалентного рівня шуму однорідного транспортного потоку з багатьма смугами руху в N точках розрахунку. Алгоритм розрахунку еквівалентного рівня шуму однорідного транспортного потоку з багатьма смугами руху в N точках розрахунку полягає у розрахунку окремо еквівалентних рівнів кожної смуги транспортного потоку з подальшим енергетичним додаванням аналогічно попередньому випадку з двома смугами руху.

УДК 628.4

УТВОРЕННЯ ВІДХОДІВ В ЄВРОПІ ЯК ІНДИКАТОР ПРОГРЕСУ У ПЕРЕХОДІ ДО ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ ЄС

**Студент Шуляк Р., професор Дичко А.О.
(Національний транспортний університет)**

Кількість утворених відходів свідчить про екологічний стан країн ЄС та хід переходу на модель циркулярної економіки. Саме цей параметр відображає наскільки успішна державна стратегія у запобіганні появи відходів - найвищому рівню управління ними за законодавством Євросоюзу. Скоротити масштаби утворення сміття – це частина планів ЄС щодо досягнення стану «нульових викидів», закладених у 8-му Плані дій для довкілля. Значне зниження обсягу відходів на одного мешканця очікується вже до 2030 року.

Загалом, за останню декаду в ЄС утворюється менше сміття на кожного жителя - майже чверть тонни. Цифри надає євростатистика разом із даними Європейського агентства з довкілля: спад становить 4,2 %, коли показник утворення відходів знизився з п'яти до 4,8 тонн. Основне скорочення припало на період стриманої економічної активності - саме 2018-2020 роки принесли найпомітніші зміни. Пандемія значно вплинула на темпи виробництва, будівництва, логістики. Якщо не враховувати масштабні потоки мінерального брухту, який у 2020 займав дві третини всієї сировини для утилізації, решта категорій відходів навпаки зросли - додалось по 25 кілограмів утворюваних відходів на людину.

З кожним роком кількість відходів зростала разом із доходами; у той же час ВВП на 1 особу підвищився на 6%. Лише у 2020, коли економіка просіла, відходи скоротилися на 8% від рівня 2018 року. У деяких державах утворення відходів досягає майже нульових показників: у Португалії - близько 1,5 тонн на людину, тоді як у Фінляндії - 21 тонна. Більш ніж у третині країн ЄС показники утворення відходів перевищують загальносоюзні. Хоча стан економіки не завжди має прямий вплив, проте саме вона найчастіше формує обсяги сміття.

Ще з 2015 року Європейський Союз почав активніше підходити до обмеження відходів задля циклічної економіки. Згодом, у 2018 і 2020 роках, були внесені додаткові корективи до законодавства, головною метою якого є взагалі недопущення утворення сміття від промислових процесів та господарської діяльності людини.

Таким чином, генерація відходів свідчить про тривале використання лінійної економічної схеми промисловості - забрати, виготовити, викинути. Хоча обсяги відходів частково від'єдналися від зростання ВВП, загальне скорочення поки що не зафіксовано. Після 2020 року очікуване зростання темпів господарської діяльності може перешкодити досягненню поставлених завдань у терміни до 2030 року.

Перехід до безвідходної циркулярної економіки стане можливим лише за умови послідовного впровадження діючої політики - разом із кардинальним переосмисленням способів виробництва й споживання. Важливою ланкою є підвищення пріоритету в ієрархії поводження з відходами, поряд із закладанням природоохоронних рішень в основу національних планів.

УДК 502/504:625

ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ В КОНТЕКСТІ ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ

**Доцент Лисак Р.С., доцент Цюман Є.С., доцент Глухонець А.О.
(Національний транспортний університет)**

Для здійснення технологічного переходу та приєднання до Європи післявоєнне відновлення України має відповідати принципам сталого розвитку, ґрунтуватися на концепції «відбудувати краще» та принципах зеленого відновлення.

Зелене відновлення має включати децентралізацію енергосистеми, збільшення частки відновлюваних джерел енергії та відбудову інфраструктури з урахуванням енергоефективності. Транспортна інфраструктура відіграє важливу роль у всіх процесах забезпечення діяльності країни, тому в процесі відбудови важливо здійснити її модернізацію та екологізацію.

Збереження біорізноманіття є невід'ємною складовою відновлення України. Тому його захист необхідно забезпечити і при плануванні та реконструкції інфраструктури доріг. Ефективними інструментами є екодуки і міграційні коридори, будівництво яких враховують у проєкті інтеграції збереження біорізноманіття у попереднє планування лінійної транспортної інфраструктури. Вплив транспортної інфраструктури на біорізноманіття був досліджений у проєкті «TRANSGREEN», переважно для Дунайсько-Карпатського регіону та містить базові підходи щодо забезпечення функціонування екологічних коридорів у процесі розвитку транспортної інфраструктури.

У процесі відбудови транспортних об'єктів неможливо уникнути масштабного утворення будівельного сміття, металобрухту та залишків знищеної техніки. Тому знешкодження вибухонебезпечних предметів перед початком будівельних робіт, налагодження процесів роздільного сортування та переробки відходів будівництва, рекультивація забруднених ділянок придорожного середовища стають невід'ємними екологічними складовими процесу відновлення.

При будівництві чи реконструкції транспортних шляхів варто звернути увагу на застосування енергоефективних і перероблених будівельних матеріалів. Також

необхідно врахувати мінімізацію потрапляння нафтопродуктів та будівельних матеріалів у водні об'єкти чи ґрунтові води шляхом відновлення водовідвідних систем вздовж доріг. При відновленні інфраструктури потрібно передбачити можливість для впровадження низьковуглецевих рішень для поступової електрифікації та декарбонізації транспортної системи. При проектуванні варто врахувати процеси зміни клімату та можливість адаптації інфраструктури до них, наприклад озеленення та збільшення кількості зелених насаджень для запобігання ризику зсувів, ерозії, підтоплення тощо.

Для зниження негативного впливу на здоров'я людей і на дику природу від шумового та світлового забруднення відбудова передбачає встановлення сучасних шумозахисних екранів, впровадження адаптивного освітлення на дорогах, мінімізацію світлового забруднення в зонах проживання нічної фауни. Повоєнна відбудова транспортної інфраструктури містить як багато ризиків і загроз для довкілля, так і безліч можливостей не лише для збереження навколишнього природного середовища, але і для його відновлення.

УДК 630:502.15(477)

СТРАТЕГІЧНІ НАПРЯМИ ВІДНОВЛЕННЯ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ УКРАЇНИ В КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТА КЛІМАТИЧНОЇ АДАПТАЦІЇ

**Доцент Крюковська Л.І., студент Гуменчук І.О.
(Національний транспортний університет)**

Ефективне відновлення лісових масивів є визначальним чинником забезпечення екологічної безпеки та сталого розвитку територій особливо у післявоєнний період. Проте сучасний етап розвитку характеризується критичним антропогенним тиском, де масштабні пожежі та наслідки воєнних дій призвели до глибокої деградації значної частини лісових територій. Аналіз реалізації національної програми лісовідновлення свідчить про необхідність переходу від кількісних показників до якісних параметрів екологічної стійкості. Домінуюче штучне відновлення часто призводить до формування вразливих монокультур, які мають високий рівень вразливості саджанців, особливо у посушливих регіонах.

Науково-обґрунтована стратегія реабілітації лісів має базуватися на пріоритетному застосуванні природного та комбінованого поновлення територій. Такий підхід дозволяє створювати біологічно стійкі ліси, адаптовані до місцевих умов, та значно зменшити довгострокові витрати на догляд. У випадках часткової загибелі насаджень доцільним є впровадження методу доповнення лісових культур, що поєднує штучні заходи із природними регенеративними процесами. Це дозволяє скоротити час реабілітації екосистеми у 3–5 разів порівняно з виключно природним темпом.

Особлива увага має бути приділена адаптації лісів до змін клімату та підвищенню їхньої вогнестійкості. Рекомендовано відмовитися від створення чистих насаджень сосни в екстремально спекотних регіонах на користь мішаних

лісів, наприклад, із використанням схеми 75% сосни та 25% дуба. Такі змішані екосистеми є більш стійкими до пірогенного впливу, шкідників та хвороб. Важливим аспектом є також перегляд механізмів фінансування через екологічні фонди, кошти яких повинні спрямовуватися на найбільш нагальні потреби громад та проекти з доведеною екологічною ефективністю.

Таким чином, формування екосистеми майбутнього в Україні залежить від інтеграції принципів Green Deal у процеси лісовідновлення. Ключовим завданням залишається посилення моніторингу та забезпечення належного догляду за насадженнями в перші роки їхнього росту. Стратегічне поєднання природних процесів із активними інженерно-екологічними підходами дозволить забезпечити стале відновлення природно-ресурсного потенціалу та мінімізувати наслідки сучасних екологічних викликів.

СЕКЦІЯ 2

ЕКОЛОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ІННОВАЦІЇ

УДК 628.3, 681.5

УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД

**Професор Дичко А.О. (Національний транспортний університет),
старший викладач Мінаєва Ю.Ю.
(Таврійський національний університет імені В. І. Вернадського),
Borovyk M. (University of Ljubljana, Slovenia)**

Очищення стічних вод та якість очищеної води в Україні зумовлюються проблемами застарілого обладнання, зростання міграції населення до великих міст, збільшення обсягів використання мийних засобів тощо. Методологія моніторингу та управління очищенням міських та промислових стічних вод повинна базуватися на систематичному моніторингу процесу очищення з адекватними показниками, створенні експертних систем та використанні методів теорії прийняття рішень. Така методологія має включати наступне: системний моніторинг навколишнього середовища; створення експертних систем; розробку баз даних та баз знань; інтелектуалізацію систем моніторингу; моделювання та прогнозування стану навколишнього середовища тощо.

Одним з найважливіших компонентів управління навколишнім середовищем є його моніторинг. Проблема контролю стану екосистеми включає проблеми її спостереження та ідентифікації, забезпечення достовірності даних моніторингу та їх оцінки (побудова еквідистантних систем забруднень різних рівнів, виявлення динаміки зон забруднення, ідентифікація міграції забруднень тощо). Інтелектуалізація систем моніторингу повинна враховувати теорію прийняття рішень та динамічний аспект цього процесу, автоматизовані свідомі експертні

системи, а не автоматичні. Роль людини в сучасних системах управління водними ресурсами є визначальною. Вона створює цілі системи та альтернативні шляхи її розвитку, визначає реальну структуру системи та формує її поведінку. У процесі пошуку найкращого рішення необхідно використовувати максимум релевантної інформації (бази даних та знань). Але особа, яка приймає рішення, часто не має багато часу, достатньо інформації та знань про об'єкт та ситуацію, в якій він функціонує. Найважливішими моментами в прийнятті рішень є визначення цілей, формування задач прийняття рішень та вибір адекватної альтернативи. Вибір здійснюється на основі переваг особи, яка приймає рішення. Завдання прийняття рішень в управлінні процесами очищення стічних вод можна сформулювати наступним чином: є багато рішень; реалізація кожної альтернативи призводить до певних наслідків; аналіз та оцінка результатів за ефективністю (критеріями) характеризує альтернативи. Враховуючи переваги особи, яка приймає рішення, необхідно побудувати модель вибору найкращої альтернативи. Логічний вибір критеріїв при прийнятті рішень означає вибір такого значення базової змінної, при якому функція належності досягає максимального значення. Таким чином, виникає проблема визначення належності тих чи інших об'єктів до зазначених нечітких множин. Евристичні та традиційні алгоритмічні методи прийняття рішень використовуються за наявності неясної, неповної інформації. Таким чином, інтелектуалізація процесів очищення стічних вод підвищує ефективність процесу і значно покращує якість очищеної води і стан довкілля в цілому.

UDC 625.7:628.4.04:504.064

***TECHNOLOGICAL INNOVATIONS AND ENVIRONMENTAL ASSESSMENT
OF RECYCLING CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE FOR ROAD
PAVEMENTS***

Professor Grubliauskas R.

(Vilnius Gediminas Technical University, Vilnius, Lithuania),

professor Khrutba V., associate professor Sorochnyska O.

(National Transport University)

The massive destruction of infrastructure in Ukraine has led to a critical accumulation of construction and demolition waste. Traditional landfilling of these materials is environmentally hazardous and economically inefficient. This study analyzes modern technological solutions for recycling demolition waste (asphalt, concrete, bricks) into road construction as a strategic task for sustainable infrastructure recovery.

The research focuses on mechanical and chemical processing methods, specifically cold and hot recycling of asphalt pavement, which allows for the reuse of up to 30-50% of reclaimed materials in new structural layers. The study proves that recycled concrete aggregates can effectively replace natural crushed stone and sand, provided proper fractionation and cleaning are applied.

A significant part of the work is the integration of international best practices. The integration of multi-criteria decision-making methods, such as TOPSIS, into the

management of demolition waste allows for a strategic prioritization of recycling facilities' locations. In the context of Ukraine's post-war recovery, this approach, supported by the environmental monitoring standards of VILNIUS TECH, ensures that the reuse of reclaimed asphalt and concrete not only meets technical requirements for road durability but also aligns with the European Green Deal's objectives. By quantifying the reduction in carbon footprint and energy consumption, the proposed model provides a transparent framework for selecting the most sustainable technologies for regional infrastructure projects.

Following the methodologies developed at VILNIUS TECH, the study highlights:

1. **Complex Waste Recycling:** The effectiveness of using composite secondary materials, such as waste tyre textile fibres (WTTF) and paper sludge, to improve the acoustic and structural properties of transport infrastructure.
2. **Life Cycle Assessment (LCA):** The application of multi-criteria optimization (e.g., the TOPSIS approach) to evaluate the environmental efficiency of recycling technologies. This allows for a significant reduction in the carbon footprint of road works.
3. **Environmental Gains:** Circular resource models lead to a 25-40% reduction in the consumption of non-renewable natural resources (granite, bitumen) and lower greenhouse gas emissions by optimizing logistics and using waste materials near the destruction sites.

The reuse of demolition waste in the road sector is a fundamental tool of the circular economy. It addresses the dual challenge of waste management and cost-effective infrastructure reconstruction. The research confirms that recycled materials meet the technical requirements for category III-V roads. Implementing these solutions requires improving the regulatory framework and adopting regional waste management programs based on European environmental standards and multi-criteria sustainability assessments.

УДК 504.06

***ІННОВАЦІЙНІ ЕКОЛОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ В УМОВАХ ВОЄННОЇ
ТРАНСФОРМАЦІЇ ЕКОНОМІКИ: ВИКЛИКИ, АДАПТАЦІЯ ТА
ЕФЕКТИВНІСТЬ***

**Провідний інженер Шведов С.Д. (КО Київмедспецтранс),
професор Барабаш О. В. (Національний транспортний університет)**

Сучасний розвиток екологічних технологій відбувається в умовах безпрецедентних викликів, пов'язаних із глобальними кліматичними змінами та воєнними конфліктами.

Особливого значення набуває впровадження ресурсоефективних та енергоощадних технологій. У довоєнний період частка відновлюваних джерел енергії в енергобалансі України становила близько 12–13 %, тоді як під час воєнного стану спостерігається тенденція до децентралізації енергосистеми та збільшення використання локальних рішень.

Інноваційні технології поводження з відходами, зокрема технології рециклінгу будівельних матеріалів дозволяють скоротити обсяг відходів до 60 %.

Важливим напрямом є цифровізація екологічного моніторингу – використання дистанційного зондування Землі, автоматизованих систем контролю викидів та геоінформаційних технологій дозволяє підвищити точність оцінки екологічного стану територій на 25–40 % порівняно з традиційними методами спостереження. Це особливо актуально для територій, де доступ до об'єктів обмежений через воєнні ризики.

Порівняльний аналіз свідчить, що підприємства, які впроваджують екологічні інновації, демонструють вищу стійкість до кризових умов. Зокрема, зниження енергоемності виробництва на 20–30 % дозволяє не лише скоротити викиди, але й зменшити витрати на енергоресурси, що є критично важливим в умовах нестабільного енергопостачання.

За оцінками міжнародних організацій, рівень екологічних збитків в Україні внаслідок війни вже перевищив 50 млрд дол. США, що підсилює потребу у впровадженні «зелених» технологій відновлення. Водночас впровадження систем енергоефективності у промисловості дозволить скоротити не лише споживання енергії до 35 %, але й отримати прямий економічний ефект для підприємств, які здійснюють економічну діяльність як у звичайних для них умовах, так і для тих підприємств, які стали вимушеними релокантами.

Розвиток інноваційних технологій очищення води, зокрема мембранних і біологічних методів, забезпечує підвищення якості водних ресурсів на 30–40% навіть у постконфліктних регіонах. Використання модульних і мобільних екологічних рішень полегшує та пришвидшує розгортання інфраструктури на 40–50 % порівняно з традиційними підходами. У сукупності ці тенденції формують нову модель екологічно орієнтованого розвитку, де інновації стають ключовим інструментом відновлення та підвищення стійкості економіки.

Отже, розглядаючи інноваційні екологічні технології в умовах воєнної трансформації економіки виконують подвійну функцію: забезпечують мінімізацію негативного впливу на довкілля та підвищують адаптивність підприємств до кризових викликів.

УДК 629.113

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

**Професор Корпач А.О., доцент Корпач О.А.
(Національний транспортний університет)**

У сучасному світі питання екологічної безпеки та боротьби зі зміною клімату виходять на перший план глобального порядку денного. Однією з головних причин кліматичних змін є викиди парникових газів, переважну частину яких становить вуглекислий газ (CO₂), що утворюється, зокрема, під час експлуатації автомобілів із двигунами внутрішнього згоряння (ДВЗ). За оцінками, кожен мешканець планети щороку продукує майже 5 т CO₂, і значна частка цих викидів

припадає саме на транспортний сектор. У відповідь на ці виклики більшість країн світу проголосили цілі досягнення кліматичної нейтральності до 2050–2060 років, що передбачає максимальне скорочення викидів парникових газів і перехід на технології з низьким або нульовим вуглецевим слідом.

У цьому контексті воднева енергетика та, зокрема, водневі автомобілі розглядаються, як перспективний напрям сталого розвитку, який поєднує в собі екологічну чистоту, енергетичну ефективність та високий потенціал для інтеграції у наявну транспортну інфраструктуру. Водень, як енергоносіє, є універсальним, його використання не супроводжується викидами CO₂, а продуктом хімічної чи електрохімічної реакції є звичайна вода. Завдяки цьому водневі технології мають потенціал стати основою низьковуглецевого майбутнього транспортної галузі.

Розвиток водневих автомобілів може стати вагомою альтернативою як традиційним ДВЗ, так і акумуляторним електромобілям, особливо в сегментах, що потребують тривалого пробігу та високої інтенсивності експлуатації. Порівняно короткий час заправки, значний запас ходу та відсутність шкідливих викидів в процесі експлуатації роблять водневий транспорт привабливим рішенням у рамках переходу до кліматично нейтрального суспільства.

Актуальність впровадження водневих технологій зумовлена не лише глобальними екологічними викликами, а й необхідністю переорієнтації транспортної галузі України на екологічно чисті види палива відповідно до національної стратегії досягнення нульових викидів парникових газів до 2060 року. Дослідження та розвиток цього напрямку відкриває нові горизонти для інженерних рішень, розбудови енергетичної інфраструктури та сприяє зниженню залежності від викопного палива.

Таким чином, використання водню на автомобільному транспорті є стратегічно важливим кроком на шляху до сталого розвитку. Інноваційні технології в цій сфері безпосередньо сприятимуть збереженню навколишнього середовища, підвищенню енергетичної незалежності та формуванню безпечної екосистеми майбутнього.

УДК 621.43:620.9:656.2

ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

Доцент Сорочинська О.Л.

(Національний транспортний університет,

Навчально-науковий Київський інститут залізничного транспорту)

Залізничний транспорт традиційно вважається одним із найбільш енергоефективних видів перевезень, проте його функціонування пов'язане зі значним споживанням електроенергії та паливно-енергетичних ресурсів. В умовах зростання енергетичних викликів, кліматичних змін і необхідності декарбонізації економіки особливої актуальності набуває інтеграція

відновлювальних джерел енергії у транспортну інфраструктуру, зокрема в системи забезпечення роботи об'єктів залізничного господарства.

Інфраструктура залізниці характеризується значною протяжністю колій, наявністю відкритих територій, будівель станцій, депо, тягових підстанцій, що створює сприятливі умови для розміщення сонячних електростанцій, вітроенергетичних установок та локальних систем накопичення енергії. Використання фотоелектричних панелей на дахах вокзалів, адміністративних будівель і виробничих приміщень дозволяє частково покривати потреби в електроенергії для освітлення, сигналізації, систем зв'язку та автоматики. Вітроенергетичні установки можуть застосовуватися на відкритих ділянках колій і поблизу тягових підстанцій для забезпечення автономного живлення допоміжних систем.

Перспективним напрямом є поєднання відновлювальних джерел енергії з системами рекуперації енергії гальмування поїздів. Акумуляована електроенергія може зберігатися у накопичувачах і використовуватися для живлення інфраструктурних об'єктів у періоди пікових навантажень. Такий підхід підвищує енергетичну стійкість залізничного транспорту та зменшує залежність від централізованого енергопостачання.

Окрему увагу слід приділяти впровадженню автономних енергетичних модулів для малодіяльних станцій, переїздів, систем відеоспостереження та диспетчерського контролю, де підключення до мережі є економічно недоцільним. Використання сонячних панелей у поєднанні з акумуляторними батареями забезпечує безперебійну роботу таких об'єктів і знижує експлуатаційні витрати.

Застосування відновлювальних джерел енергії в залізничній інфраструктурі сприяє скороченню викидів парникових газів, зменшенню навантаження на енергосистему та формуванню екологічно орієнтованої моделі функціонування транспорту. У довгостроковій перспективі це створює передумови для переходу до енергонезалежної та кліматично нейтральної транспортної системи.

Інтеграція сонячної та вітрової енергетики разом із системами накопичення енергії в об'єкти залізничного господарства виступає ефективним інженерним рішенням, яке поєднує екологічні, економічні та технологічні переваги і узгоджується з сучасними принципами сталого розвитку транспортної галузі.

УДК 628.511:622.7

***РЕАЛІЗАЦІЯ МАЛОВІДХОДНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ
АСПІРАЦІЙНОГО ПОВІТРЯ НА БАЗІ ПЛОСКОРУКАВНИХ ФІЛЬТРІВ
ПРАТ «ЦГЗК»***

**Доцент Коломієць С.В., студент Чянчіотто К.
(Національний транспортний університет)**

Забезпечення сталого розвитку гірничо-збагачувальних підприємств в умовах сучасних екологічних викликів потребує впровадження технологій, що поєднують високу ефективність очищення викидів із принципами циркулярної

економіки. На фабриці огрудкування ПРАТ «ЦГЗК» вузли перевантаження залізорудної сировини є джерелами інтенсивного пилоутворення, де тривалий час використовувалися застарілі циклони типу СІОТ №11 з низьким ККД та значними втратами продукту. Проектне рішення щодо реконструкції газоочисних установок перевантажувального вузла №6 базується на заміні інерційних апаратів сучасними плоскорукавними фільтрами серії BFh із автоматизованою імпульсною регенерацією. Ключовою інноваційною характеристикою роботи є створення замкненого циклу поводження з уловленим матеріалом. На відміну від традиційних схем очищення, де пил потребує складування у шламосховищах, запропонована технологія передбачає автоматичне повернення всього вловленого залізорудного пилу в обсязі 12 тонн на рік безпосередньо у виробничий процес виготовлення окатишів за допомогою системи конвеєрного транспорту ШЗ9. Використання плоскорукавних фільтрів із високоефективним фільтрувальним матеріалом PE550G забезпечує ступінь очищення повітря не менше 98%, що дозволяє знизити залишкову концентрацію забруднюючих речовин на виході з джерела №57 до рівня менше 10 мг/м³. Екологічна ефективність підтверджується скороченням валових викидів суспендованих частинок на 3,62358 т/рік. Результати математичного моделювання розсіювання в програмному комплексі «ЕОЛ+» демонструють, що приземні концентрації пилу на межі найближчої житлової забудови та нормативної санітарно-захисної зони після модернізації не перевищуватимуть 0,27–0,82 ГДК. Функціонування системи підтримується власною компресорною станцією на базі компресора Tidy 30 та адсорбційного осушувача MDA-250, що гарантує надійну регенерацію фільтрувальних елементів підготовленим стисненим повітрям.

Перспективи подальших досліджень у даному напрямку пов'язані із системним розширенням отриманих результатів на інші джерела викидів фабрики огрудкування та впровадженням інтелектуальних систем моніторингу за принципами Інтернету речей. Науковий інтерес становить вивчення кореляції між фізико-хімічними властивостями вловленого пилу та його впливом на якість готових окатишів при збільшенні обсягів рециркуляції. Створення єдиної автоматизованої мережі управління газоочисним обладнанням дозволить не лише оперативно реагувати на зміни технологічних режимів, а й здійснювати прогнозне моделювання впливу підприємства на екосистему регіону в режимі реального часу, що відповідає стратегії цифрової трансформації гірничої галузі.

**МІНІМІЗАЦІЯ ВУГЛЕЦЕВОГО СЛІДУ ЛОГІСТИЧНОЇ МЕРЕЖІ
ТОВ «ЕКОЛЬ ЛОГІСТІКС» ЧЕРЕЗ ОПТИМІЗАЦІЮ ЗАВАНТАЖЕНОСТІ
ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ КІЛЬЦЕВИХ
ЛОГІСТИЧНИХ СХЕМ**

**Доцент Коломієць С.В., студент Шандригось Є.О.
(Національний транспортний університет)**

Теперішній розвиток транспортно-дорожнього комплексу України, зокрема діяльність таких потужних логістичних операторів як ТОВ «ЕКОЛЬ ЛОГІСТІКС», супроводжується значним техногенним навантаженням на навколишнє середовище, оскільки автотранспорт генерує від 45 до 55% усіх викидів забруднюючих речовин у межах великих міст. В умовах реалізації концепції сталого розвитку та переходу до «зеленої» економіки критичної ваги набуває трансформація логістичних процесів на засадах екологічної логістики, що передбачає інтеграцію екологічних критеріїв у систему прийняття управлінських рішень. Основним інструментом мінімізації негативного впливу на довкілля у діяльності підприємства є перехід від традиційної орієнтації на мінімізацію витрат до превентивного екологічного управління, спрямованого на зниження «вуглецевого сліду» логістичних операцій.

Дослідження поточної логістичної системи ТОВ «ЕКОЛЬ ЛОГІСТІКС» дозволяє ідентифікувати потенційні резерви підвищення екологічної ефективності через усунення нераціональних порожніх пробігів, які значно збільшують сумарну масу викидів парникових газів. Впровадження циклічних траєкторій руху (кільцевих маршрутів) замість традиційних маятникових рейсів дозволяє забезпечити послідовне обслуговування декількох замовників у межах одного транспортного циклу, що веде до скорочення сумарного добового пробігу автопарку орієнтовно на 5–10%. Важливою складовою стратегії мінімізації викидів CO₂ є агрегація вантажопотоків та максимізація коефіцієнта використання вантажопідйомності транспортних засобів, що дозволяє суттєво знизити питомі викиди забруднюючих речовин на одну тону перевезеного вантажу. Екологічна оцінка транспортних потоків базується на розрахунку фактичного споживання дизельного палива з використанням питомого коефіцієнта викидів 2,64 кг CO₂ на 1 літр палива, що стає основою для моніторингу екологічних показників у системі енергоефективності підприємства. Особливої актуальності набуває розробка адаптивних механізмів управління логістичними процесами в умовах воєнного стану, що дозволяє оперативно коригувати маршрутну мережу залежно від безпекових ризиків, мінімізуючи при цьому додаткові викиди, спричинені заторами чи вимушеними заїздами. Впровадження екологічно орієнтованої системи управління за стандартом ISO 14001 у поєднанні з використанням сучасних транспортних інформаційних систем (TMS) та ГІС-технологій забезпечує можливість побудови математичних моделей для знаходження оптимальної послідовності точок доставки з мінімальним екологічним слідом.

***SPATIAL AND ECOLOGICAL-ECONOMIC DIMENSIONS OF INNOVATIVE
WATER TREATMENT TECHNOLOGIES IN THE CONTEXT OF
SUSTAINABLE DEVELOPMENT***

**Associate professor Tsiuman Ye.S., associate professor Hlukhonets A.O.,
student Slabinska D.S.
(National Transport University)**

The current state of water resources is shaped by a complex interaction of natural and anthropogenic factors, which exhibit significant spatial differentiation. From the perspective of ecological-economic geography, water quality management requires the consideration of territorial disparities, resource distribution, and the intensity of human impact. In recent years, the environmental situation has been further complicated by the consequences of military conflicts, which have led to the destruction of water infrastructure, disruption of hydrological systems, and the contamination of water bodies.

Military-related impacts contribute to the release of hazardous substances — including petroleum products, heavy metals, combustion residues, and construction debris — into aquatic ecosystems. These processes create new localized zones of environmental risk and necessitate region-specific approaches to water treatment and management. Conventional treatment systems are often insufficient to address complex and mixed pollution patterns, especially under emergency conditions.

In this context, innovative water treatment technologies play a crucial role in enhancing environmental resilience and sustainability. Membrane-based methods, such as ultrafiltration, nanofiltration, and reverse osmosis, provide effective removal of dissolved and suspended contaminants. Advanced biological treatment systems, including bioreactors, facilitate the degradation of organic pollutants.

Furthermore, modern adsorption materials, such as biochar and nanostructured sorbents, exhibit high efficiency due to their large surface area and selective adsorption capacity. Advanced oxidation processes, including ozonation and photocatalysis using titanium dioxide (TiO₂), enable the breakdown of persistent organic compounds.

From an ecological-economic perspective, it is essential to evaluate the feasibility, cost-effectiveness, and spatial accessibility of these technologies. The integration of digital environmental monitoring systems enhances real-time assessments and supports informed decision-making at various territorial levels. The application of geospatial analysis tools and GIS-based modeling further improves the identification of pollution sources and the optimization of water management strategies across regions.

The scientific contribution of this study lies in the integration of spatial analysis with technological approaches to water treatment, enabling the development of adaptive and region-specific management strategies. In this regard, water treatment is conceptualized not only as a technical process but also as a component of a territorially structured environmental management system. Such an approach allows for a more comprehensive assessment of environmental risks and supports the transition toward sustainable and resilient water resource management. Thus, the implementation of

innovative water treatment technologies, accounting for spatial and economic factors, is a key component of sustainable water management and environmental security in the face of global and regional challenges.

УДК 502.131.1:620.9

**ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В НАВЧАЛЬНИХ
ЗАКЛАДАХ У СИСТЕМІ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ
ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ**

**Професор Барабаш О.В., доцент Крюковська Л.І., доцент Кухтик Н.О.
(Національний транспортний університет)**

Сучасне загострення екологічних проблем, зростання енергоспоживання та посилення кліматичних змін особливої актуальності набуває впровадження ефективних заходів енергозбереження. Вагому роль у цьому процесі відіграють заклади освіти як важливі соціальні інститути, що поєднують функції споживання енергетичних ресурсів і формування екологічної свідомості суспільства. У цьому контексті підвищення енергоефективності освітньої інфраструктури розглядається як складова забезпечення екологічної безпеки та реалізації концепції сталого розвитку.

Дослідження інноваційних підходів енергозбереження в навчальних закладах та визначення їх ролі у зниженні антропогенного навантаження на довкілля ґрунтуються на аналізі сучасних технологій підвищення енергоефективності та визначенню напрямків їх практичного застосування.

В результаті проведеного дослідження було визначено основні аспекти енергозбереження в навчальних закладах, а саме: підвищення рівня енергозбереження може бути досягнуте шляхом впровадження енергоефективних систем освітлення, автоматизованих систем управління енергоспоживанням, термомодернізації будівель, а також використання відновлюваних джерел енергії. Важливим елементом є застосування цифрових технологій моніторингу, які сприятимуть забезпеченню оперативного контролю та оптимізації використання енергетичних ресурсів.

З позицій екологічної безпеки впровадження зазначених заходів сприяє зменшенню викидів парникових газів, раціоналізації використання природних ресурсів та мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище. Комплексний підхід до енергозбереження передбачає поєднання технічних, організаційних і освітніх заходів, що забезпечують довгострокову ефективність і стійкість результатів.

Важливим напрямом підвищення ефективності енергозбереження у навчальних закладах є проведення енергетичного аудиту, який дозволяє здійснити комплексну оцінку стану енергоспоживання, виявити основні джерела втрат енергії та обґрунтувати доцільність впровадження енергоефективних заходів.

Не менш важливим є формування енергозберігаючої поведінки учасників освітнього процесу, що передбачає підвищення рівня екологічної обізнаності, впровадження освітніх програм та популяризацію принципів раціонального

використання ресурсів. Поєднання технічних рішень із освітніми та організаційними заходами забезпечує комплексний ефект і підвищує загальну результативність енергозбереження.

УДК 504.062:004.9

ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

**Старший викладач Вишемірська Я. С., студентка Комелягіна А. О.
(Таврійський національний університет імені В. І. Вернадського)**

У сучасних умовах зростання антропогенного навантаження та необхідності забезпечення сталого розвитку територій особливого значення набуває впровадження цифрових інструментів в екологічне управління. Одним із ключових технологічних рішень у цій сфері є геоінформаційні системи, які забезпечують обробку, аналіз і візуалізацію просторово орієнтованих даних.

ГІС-технології дозволяють інтегрувати різноманітні джерела інформації про стан довкілля, що створює передумови для комплексної оцінки екологічної ситуації. Їх застосування охоплює аналіз якості природних ресурсів, дослідження змін землекористування, моніторинг урбанізаційних процесів та виявлення екологічних ризиків. На відміну від традиційних підходів, геоінформаційні інструменти забезпечують можливість оперативного оновлення даних і просторового моделювання процесів.

Важливою перевагою ГІС є можливість поєднання картографічної інформації з аналітичними методами, що сприяє підвищенню обґрунтованості управлінських рішень. Зокрема, використання дистанційного зондування Землі дозволяє відстежувати динаміку змін природних систем, а також своєчасно реагувати на негативні екологічні явища.

Окремим напрямом є застосування геоінформаційних технологій для збереження біорізноманіття. Просторовий аналіз дає змогу визначати ареали поширення видів, оцінювати вплив зовнішніх факторів і формувати ефективні заходи охорони природних територій. Крім того, такі інструменти активно використовуються для планування екологічних мереж і природоохоронних коридорів.

Суттєву роль відіграє і розвиток відкритих екологічних платформ, які базуються на ГІС-рішеннях. Вони забезпечують доступ до актуальних даних для різних груп користувачів, включаючи органи влади, бізнес і громадськість. Це сприяє підвищенню прозорості управління та залученню суспільства до процесів прийняття екологічно значущих рішень.

Розвиток геоінформаційних технологій також тісно пов'язаний із впровадженням концепції сталого розвитку на національному та регіональному рівнях. Використання просторових даних дозволяє здійснювати оцінку екологічного стану територій з урахуванням соціально-економічних чинників, що особливо актуально в умовах післявоєнного відновлення України. ГІС дає можливість визначати пріоритетні зони для відновлення екосистем, планувати

раціональне використання ресурсів та мінімізувати негативний вплив господарської діяльності.

Таким чином, використання геоінформаційних систем є важливим чинником підвищення ефективності екологічного менеджменту. Поєднання цифрових технологій, просторового аналізу та екологічних підходів формує основу для сталого розвитку територій в умовах сучасних викликів.

УДК 56.537:551.435.13(477.85)

***ОСОБЛИВОСТІ ГІДРОЛОГІЧНОГО РЕЖИМУ ВЕРХНЬОЇ ДІЛЯНКИ
РІЧКИ ЗДВИЖ***

**Доцент Шевченко В.Г., студентка Кхамлі Д.В.
(Національний транспортний університет)**

Природні запаси прісної води є обмеженими і вже сьогодні не можуть повною мірою задовольнити зростаючі потреби населення. Вода є необхідним ресурсом, який використовується для пиття, приготування їжі, забезпечення санітарно-гігієнічних умов, у господарській діяльності та для рекреації. Саме тому питання не лише використання, а передусім збереження та відновлення водних ресурсів набуває критичного значення для сучасного суспільства. Для України ця проблема є особливо актуальною. В умовах урбанізації, військової агресії, інтенсивного розвитку промисловості та сільського господарства, а також широкого застосування хімічних речовин, антропогенне навантаження на водні об'єкти постійно зростає, що призводить до їх виснаження і забруднення.

Особливо важливу роль відіграють малі річки, які формують водні ресурси, гідрохімічний режим і якість води середніх і великих річок, а також підтримують стабільність природних ландшафтів. Їх деградація є одним із найбільш тривожних сигналів екологічної кризи. З кожним роком в Україні зростає кількість річок із суттєво зміненим гідрологічним режимом, що свідчить про порушення природних процесів. Це супроводжується змінами рельєфу прилеглих територій, втратою біорізноманіття та погіршенням якості води.

Здвиж – річка Центрального Полісся. Її басейну, як і іншим водозборам цього регіону, характерна відносна вирівняність рельєфу, значна частка земель з постійним або сезонним перезволоженням, дефляція легких мінеральних або торфових ґрунтів, низькі показники родючості ґрунту, його підвищена кислотність. У долині характерним ландшафтом є ілювіальна піщана низовина з поширеними еоловими формами рельєфу. Переважають дерновоглеєві, лучні та болотні ґрунти, на підвищених ділянках берегових терас – дернові слабо- та середньо підзолисті, рідше – світло-сірі лісові. Досить звичним елементом ландшафту є балки, улоговини, зазвичай заболочені.

Заплава річки низька, коритоподібна, надмірно зволожена й дуже заболочена. Берега торф'яністі, часто справжнього берега взагалі немає: русло з обох боків оточують зарослі очерету.

Заплава річки зазнала найбільшого впливу меліорації, значний відсоток земель тут був повністю змінений внаслідок осушувальних робіт. Здвиж сьогодні –

меліорована, спрямлена річка, яка відіграє роль магістрального каналу міжгосподарського призначення осушування-зволожувальної системи. Екосистеми як річки, так і її заплави зазнали значної перебудови. На цих територіях значною мірою втрачені гідрологічні об'єкти заплавного комплексу (стариці, заплавні озера, болота). Дрібніші канали є як штучно створеними, так і каналізованими річищами дрібними річок та потічків.

У таких умовах першочергового значення набувають заходи, спрямовані на охорону, раціональне використання та відновлення водної екосистеми, адже без цього неможливо забезпечити водну безпеку держави та зберегти природну рівновагу.

УДК 504.064:504.3.054:001.891:355.4

НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЧИННИКІВ ПОГІРШЕННЯ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В УМОВАХ ВОЄННИХ ДІЙ ТА МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

**Доцент Кобзиста О.П., доцент Шевченко В.Г., студентка Терьохіна І.В.
(Національний транспортний університет)**

Воєнна російська агресія призвела до низки небезпечних, а у багатьох випадках катастрофічних і небезпечних наслідків на території України. Ці наслідки пов'язані із порушенням довкілля внаслідок ураження населених пунктів, підприємств, транспортної інфраструктури, нафтосховища, припинення електропостачання, водопостачання, порушення технологічних процесів внаслідок ракетних обстрілів та активних військових дій. Спричинене безпрецедентне навантаження на всі компоненти довкілля України, серед яких атмосферне повітря є найбільш динамічним і вразливим до транскордонного перенесення забруднювачів. В умовах сталого розвитку відновлення міських екосистем потребує глибокого аналізу складу атмосферних викидів, зумовлених детонацією боєприпасів, пожежами на об'єктах промисловості та руйнуванням енергетичної інфраструктури. Мета дослідження полягає у виявленні ключових чинників погіршення якості повітря в містах внаслідок воєнних дій та обґрунтуванні необхідності модернізації систем екологічного моніторингу для забезпечення екологічної безпеки майбутнього.

Аналіз свідчить, що основними джерелами забруднення атмосфери в зоні конфлікту є пірогенні викиди від пожеж та продукти хімічних реакцій під час вибухів. При детонації ракет і снарядів в атмосферу потрапляють оксиди азоту (NO_x), вуглецю (CO, CO₂), сірки (SO₂), а також специфічні токсиканти: важкі метали (свинець, кадмій, марганець) та дрібнодисперсний пил (PM_{2.5}, PM₁₀). Останні є особливо небезпечними для здоров'я міського населення, оскільки здатні адсорбувати токсичні сполуки та проникати глибоко в респіраторну систему.

Окрему загрозу становлять руйнування промислових підприємств і нафтобаз. Великі пожежі призводять до викидів значних обсягів бензопірену та інших

поліциклічних ароматичних вуглеводнів, що мають канцерогенний ефект. Урбанізовані ландшафти зі щільною забудовою сприяють затриманню цих забруднювачів, створюючи зони з критичною концентрацією шкідливих речовин, що нівелює концепцію «здорового міста».

Для розбудови екосистеми майбутнього необхідно впроваджувати автоматизовані системи моніторингу в режимі реального часу з датчиками на специфічні воєнні забруднювачі, розробляти методики оцінки збитків, враховуючи не лише прямі викиди, а й вторинне забруднення від деструкції будівельних матеріалів, інтегрувати дані про стан повітря в містобудівне планування при відбудові міст за принципами «зеленої» економіки. Тільки поєднання знань екології, токсикології та інженерних рішень, дозволить мінімізувати наслідки війни для стану атмосфери та забезпечити сталий розвиток постраждалих територій.

УДК 330.34:502:658.5

ЕКОЛОГІЧНИЙ АВТОСЕРВІС

Доцент Іванушко О.М.

(Національний транспортний університет)

Посилення екологічних вимог та впровадження принципів сталого розвитку не оминуло сферу автосервісу, який має безпосередню справу з одним із джерел забруднення – автомобільним транспортом. Застосування «зелених» практик у підприємствах автосервісу України не має широкої популярності, особливо зараз, під час воєнного стану та геополітичної ситуації в світі.

Проте, в Україні деякі підприємства автосервісу провадять окремі практики щодо реалізації принципів сталого розвитку та популяризують екологічний автосервіс. Переважно це офіційні дилерські автосервіси, які зобов'язані дотримуватися дилерських стандартів заводів виробників, які позиціонують себе та/або свою діяльність із принципами сталого розвитку або із захистом навколишнього середовища (приклад: дилери Toyota і Volvo, а також окремі дилери BMW і Volkswagen AG, котрі реалізують електромобілі). В чому ж проявляється їх прагнення до реалізації так званого «екологічного» сервісу?

Екологічний автосервіс – це сучасний підхід до обслуговування автомобілів, який поєднує виконання робіт з технічного обслуговування і ремонту із мінімізацією негативного впливу на навколишнє середовище. Впровадження «зелених» практик поступово стає актуальним і трендовим напрямком діяльності, необхідним для проведення внутрішніх організаційних змін, з точки зору економічного та соціального напрямку діяльності підприємства, що передбачає раціональне використання ресурсів: економію води та електроенергії, застосування енергоефективного обладнання, використання альтернативних джерел енергії. Зменшення споживання ресурсів, при теперішніх реаліях – є стратегічним напрямком для всієї України.

Також, необхідно правильно поводитися з відходами. Принципи екологічного автосервісу передбачають сортування, безпечне зберігання та утилізацію або переробку відходів.

Ще одним напрямом – є використання екологічно безпечних матеріалів, що зменшує шкідливі викиди в атмосферу та покращує умови праці для працівників. Важливу роль відіграє діагностування транспортних. Регулярний технічний контроль разом з технічним обслуговуванням, сприяють більш безпечній і ефективній роботі автомобіля, та зменшенню шкідливих викидів.

І ще, екологічний автосервіс передбачає впровадження у виробництво цифрових технологій: електронний документообіг, онлайн-запис, постійний моніторинг (технічних в тому числі) автотранспортних засобів. Це дозволяє зменшити використання паперу та оптимізувати виробничі процеси. Все це сприяє формуванню екологічної свідомості у працівників та клієнтів автосервісів.

У даній доповіді будуть висвітлені питання практичного застосування принципів сталого розвитку та охорони навколишнього середовища разом із збереженням або підвищенням виробничо-економічних показників діяльності в умовах автосервісних підприємств.

УДК 656.073:005.334

МУЛЬТИМОДАЛЬНІСТЬ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЯК ЧИННИК ЕКОЛОГІЗАЦІЇ

**Професор Ширяєва С.В.
(Національний транспортний університет)**

Повномасштабна війна призвела до глибокої деформації логістичних ланцюгів в Україні. Блокада морських портів спричинила зростання частки автомобільного транспорту при мультимодальних вантажних перевезеннях. Це призвело до «ефекту перевантаження інфраструктури», додаткового споживання дизельного пального та зростання викидів CO₂.

Впровадження «зеленої» логістики, що базується на засадах сталого розвитку та кліматичної нейтральності, визначено пріоритетом Європейського зеленого курсу (European Green Deal). Для України, у контексті інтеграції до європейської логістичної системи та виконання Національної транспортної стратегії до 2030 року, розвиток мультимодальності вантажних перевезень є критичним інструментом декарбонізації.

Мультимодальні перевезення вантажів передбачають використання двох і більше видів транспорту на основі єдиного договору та під відповідальністю одного оператора. Ключовим чинником екологізації тут виступає модальне переключення (modal shift) - переорієнтація вантажопотоків з енергоємного автомобільного транспорту на залізничний та внутрішній водний.

- Порівняльна енергоефективність: За оцінками фахівців, залізничний транспорт потребує втричі менше енергії для перевезення 1000 тонн вантажу порівняно з автомобільним.

- Зменшення викидів: Найбільший рівень викидів забруднюючих речовин має автомобільний транспорт, який по можливості потрібно замінити на залізничний та водні види транспорту.
- Технологічний аспект: Найбільш поширеними екологічними технологіями є контейнерні, контрейлерні (пігібек) та комбіновані перевезення, які мінімізують використання автомобільного транспорту та оптимізують використання ресурсів.

Стратегічні напрями екологізації мультимодальних вантажних перевезень:

1. Розбудова мультимодальних терміналів у межах Транс'європейської транспортної мережі для забезпечення синхронізації різних видів транспорту.
2. Впровадження інтелектуальних транспортних систем (ITS) та систем електронного обміну даними (EDI) для оптимізації маршрутів і зменшення використання ресурсів.
3. Використання Індексу екологічної адаптації (EAI) та системи ECOLOGIS для просторової діагностики «зелених» коридорів.
4. Державна підтримка щодо впровадження екологічних тарифів, розвитку інфраструктури для альтернативних видів палива та стимулювання мультимодальних вантажних перевезень.

Отже, мультимодальність вантажних перевезень є фундаментальним чинником екологізації транспортної системи, оскільки забезпечує значне скорочення викидів парникових газів та енергоспоживання за рахунок технологічної інтеграції різних видів транспорту.

СЕКЦІЯ 3 ЕКОЛОГІЯ ТА БІОРІЗНОМАНІТТЯ

УДК 504.05

УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНИМИ ПРОЄКТАМИ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ В УМОВАХ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

**Професор Барабаш О.В., аспірантка Покшевніцька Т.В.
(Національний транспортний університет)**

Збереження біорізноманіття є глобальним завданням і має подібний вимір, як і пом'якшення наслідків зміни клімату. Воно відображено як ключовий виклик розвитку в Порядку денному сталого розвитку Організації Об'єднаних Націй на період до 2030 року. Ціль сталого розвитку 15 «Життя на землі» безпосередньо стосується захисту наземного біорізноманіття та сталого використання наземних екосистем.

Сучасна трансформація екосистем в першу чергу зумовлена антропогенними чинниками, такими як сучасна зміна клімату, зміни у землекористуванні та

поширення інвазивних видів. Трансформацію екосистем можна визначити як появу нових систем з іншим екологічним складом, структурами та функціями, ніж початкові системи, причому зміни накопичуються поступово або відбуваються швидко.

Новостворні екосистеми продовжуватимуть відхилятися від історичних умов, що створює серйозний виклик для менеджерів природних ресурсів, які традиційно покладалися на історичні базові показники для встановлення контрольних показників.

Збереження біорізноманіття значною мірою зосереджується на збереженні видів та середовищ існування шляхом створення охоронних територій або підходах, заснованих на врахуванні екологічної стійкості екосистеми. Малоімовірно, що традиційні підходи завжди будуть ефективними у все більш невизначеному та динамічному майбутньому. Це може бути особливо актуально для менеджерів, які стикаються з новими екосистемами, що складаються з біологічних угруповань та абіотичних умов, яких раніше не було. Менеджери природоохоронних територій можуть використовувати кліматичні аналоги для прогнозування майбутніх умов та визначення управлінських стратегій. Однак, у випадку формування нових екосистем, для яких відсутні історичні чи сучасні біологічні аналоги, застосування такого підходу є обмеженим.

Зрештою, збереження природи можна вважати успішним лише за умови, що біорізноманіття перебуває в кращому стані, ніж до втручання, або якщо загрози та тиск були зменшені. Спостерігається зростаючий рух за покращення управління проектами з охорони природи, орієнтованого на результат, щоб забезпечити прийняття обґрунтованих рішень на основі доказів, отриманих в результаті аналізу та оцінки даних.

Таким чином, в умовах формування новостворених екосистем, для яких відсутні як історичні, так і сучасні біологічні аналоги, застосування традиційних підходів до управління біорізноманіттям є принципово обмеженим. Це зумовлює необхідність розроблення нової методології оцінки стану новостворених екосистем, яка б не спиралася на ретроспективні базові показники, а орієнтувалася на поточні функціональні характеристики екосистеми та динамічні індикатори її стійкості.

УДК 502.172:504.064:271.23(477)

***ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТА СТРАТЕГІЇ ЗБЕРЕЖЕННЯ ПЗФ УКРАЇНИ В
УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ ТА ГЛОБАЛЬНИХ ВИКЛИКІВ***

Аспірантка Хрутьба О.В.

(Національний транспортний університет)

Сучасний стан природно-заповідного фонду (ПЗФ) України слід розглядати не лише як екологічну проблему, а як критичний елемент системи національної та екологічної безпеки. Повномасштабна військова агресія росії трансформувала заповідні території на об'єкти підвищеного ризику, де руйнування екосистем безпосередньо загрожує екологічній рівновазі регіонів. Близько 20% територій

ПЗФ зазнали впливу бойових дій, що призвело до масштабного мінування, хімічного забруднення ґрунтів продуктами вибухів та неконтрольованих пожеж. У цьому контексті моніторинг стану біорізноманіття стає інструментом фіксації екологічних злочинів та оцінки довгострокових загроз для здоров'я населення. Забезпечення екологічної безпеки заповідних об'єктів потребує негайного вдосконалення нормативно-правової бази. Пріоритетом є прийняття закону про Смарагдову мережу та імплементація Директив ЄС, що дозволить створити надійний правовий щит для цінних оселищ. Важливим кроком є відновлення державного екологічного контролю та зняття мораторію на перевірки, оскільки відсутність нагляду в умовах війни провокує посилення незаконного природокористування: від несанкціонованих вирубок до захоплення земель, межі яких досі не встановлені в натурі та не внесені до Державного земельного кадастру.

Стратегічна стійкість ПЗФ залежить від діджиталізації процесів управління. Впровадження систем дистанційного зондування землі та електронних кадастрів є необхідним для оперативного реагування на надзвичайні ситуації екологічного характеру. Водночас екологічна безпека має соціальний вимір: заповідні території повинні бути інтегровані в процеси повоєнного відновлення як бази для реабілітації ветеранів та розвитку екологічно безпечного («зеленого») туризму. Це дозволить знизити антропогенне навантаження на вразливі екосистеми, одночасно сприяючи відновленню людського капіталу.

Фінансове та кадрове забезпечення установ ПЗФ є запорукою їхньої здатності протистояти екологічним викликам. Низький рівень оплати праці та технічна незахищеність працівників створюють ризики втрати інституційної спроможності заповідної системи.

Отже, розбудова ПЗФ як фундаменту екологічної безпеки вимагає комплексного підходу: від цифровізації моніторингу та демінування до активної участі у міжнародних програмах відновлення природи. Тільки через інтеграцію заповідної справи в загальнодержавну систему безпеки Україна зможе забезпечити сталий розвиток та виконати свої зобов'язання перед європейською спільнотою.

UDC 502.504

***ECOLOGICAL MONITORING AS A FOUNDATION FOR ECOSYSTEM
RESTORATION IN POST-CONFLICT TERRITORIES OF UKRAINE***

**Professor Dobrovolskyi O.S. (National Transport University),
professor Nekos A.N. (V.N. Karazin Kharkiv National University)**

The ongoing armed conflict in Ukraine has caused widespread and severe damage to terrestrial, aquatic, and urban ecosystems across extensive areas of the country. The scale of ecological destruction – ranging from soil contamination with explosive residues and heavy metals to the devastation of wetlands, floodplain forests, and steppe habitats – necessitates the development of comprehensive, science-based approaches to ecosystem restoration.

Ecological monitoring serves as an indispensable tool in the early stages of post-conflict rehabilitation. Without reliable baseline and dynamic data on the current state of ecosystems, it is impossible to prioritize restoration zones, evaluate the effectiveness of remediation measures, or allocate resources rationally. Modern monitoring systems integrate remote sensing technologies, field biodiversity surveys, soil and water quality analysis, and GIS-based mapping to provide a multidimensional picture of ecosystem degradation.

This study proposes a framework for monitoring-driven ecosystem restoration in conflict-affected territories of Ukraine. The framework consists of three interconnected phases: (1) rapid ecological assessment using satellite imagery and ground-truth verification to delineate and classify damaged zones; (2) continuous ecological monitoring employing sensor networks, bioindicator species tracking, and periodic laboratory analysis of soil and surface water; and (3) adaptive management, whereby restoration interventions – including revegetation, hydrological rehabilitation, and soil decontamination – are adjusted based on monitoring outcomes.

A key challenge is the integration of data from diverse monitoring sources into unified decision-support platforms that are accessible to both national authorities and international donors. The application of internationally recognized standards – including those of the UN Environment Programme and the European Green Deal framework – ensures that Ukrainian restoration efforts are compatible with broader European ecological policy and eligible for international financial support.

The results of pilot monitoring conducted in several regions demonstrate that systematic ecological assessment not only accelerates the identification of restoration priorities but also enables the detection of secondary ecological risks, such as invasive species expansion into disturbed habitats and the migration of contaminants into groundwater systems. Early detection of such risks significantly reduces the cost and complexity of subsequent rehabilitation.

In conclusion, ecological monitoring is not merely a supplementary tool but a structural prerequisite for effective ecosystem restoration. Establishing a national network of ecological monitoring stations in post-conflict territories, combined with the integration of citizen science and international scientific cooperation, represents the most promising pathway toward sustainable ecosystem recovery in Ukraine.

**MANAGEMENT ASPECTS OF IMPLEMENTING NATURE BASED
REHABILITATION PROGRAMS WITHIN THE UKRAINIAN PROTECTED
AREA**

**Professor Khrutba V. (National Transport University),
professor Ibisch P., project manager Dichte A.,
(Eberswalde University for Sustainable Development, Eberswalde, Germany),
graduate student Khrutba A.
(Taras Shevchenko National University of Kyiv)**

The problem of psychosocial adaptation for war veterans in Ukraine is becoming of critical importance. As of December 2025, the number of individuals covered by the law on veteran status exceeded 1,5 mmillions, and this figure continues to grow steadily. Traditional clinical rehabilitation methods need to be supplemented by innovative approaches, one of which is nature-based therapy, implemented within the network of protected areas.

The aim of the study is to analyse international experience and substantiate the possibilities of implementing veteran rehabilitation programs that simultaneously contribute to the protection and sustainable development of the Protected Area of Ukraine.

Main Results:

1. The Concept of Nature-based Therapy. Research confirms that interaction with nature (forest therapy, landscape therapy) significantly reduces PTSD symptoms and anxiety while promoting physical recovery. Protected areas, due to their high level of biodiversity and absence of anthropogenic noise, serve as an ideal environment for such rehabilitation.
2. International Experience and Engagement. Successful case studies of using national parks in the USA and Europe for veteran integration were analyzed. The focus is shifted from "passive contemplation" to "active engagement," where veterans participate in ranger activities and eco-monitoring, fostering a sense of purpose and social utility.
3. Protection and Sustainable Development of NRF. A key finding of the study is the "win-win" potential of involving veterans in environmental protection. Their participation in ecological monitoring, anti-poaching initiatives, and the restoration of ecosystems damaged by military actions allows for:
 - Compensating for the acute staff shortages in the state protection services;
 - Developing new professional competencies for veterans in environmental security and forestry;
 - Strengthening the security of protected areas against illegal logging and poaching during the post-war recovery period.
4. Local Implementation. A pilot rehabilitation program is being developed at the Carpathian Biosphere Reserve. This program integrates psychological support with active involvement in the management and protection of the reserve's unique ecosystems.

The study identified several barriers: the need for improving the regulatory framework to legalize rehabilitation services in protected areas; specialized training for NRF personnel in ethical communication with veterans; and the necessity of ensuring financial sustainability through "green" job creation.

The rehabilitation of veterans in natural landscapes is an effective tool for restoring Ukraine's human capital. By integrating rehabilitation goals with the tasks of protecting the Nature Reserve Fund, Ukraine can enhance its environmental security and provide veterans with meaningful career paths in nature conservation.

УДК 504.06

***ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ ВИСОТНИХ ПОЯСІВ І ТИПІВ ОСЕЛИЩ У
ВИСОКОГІР'І НПП «СИНЬОГОРА»***

**Професор Барабаш О. В., аспірант Тарасюк М. В.
(Національний транспортний університет)**

Національний природний парк «Синьогора», площею 10866 га розташований у центральній і найвищій частині гірського масиву Горгани Українських Карпат. Територія Парку являє собою єдиний суцільний масив верхів'я басейну ріки Бистриця Солотвинська і знаходиться в межах висот від 660 до 1837 м над рівнем моря. В межах НПП «Синьогора» розташовані найвищі вершини Горганів: Сивуля Велика (1837 м), Сивуля Мала (1808 м), Ігровець (1804 м), Висока (1803 м). Ретроспектива. Територія Парку є слабо дослідженою.

На території Національного природного парку «Синьогора» високогір'я Українських Карпат представлене трьома поясами рослинності: високогірні ялинові та гірськососнові ліси на бурих гірсько-лісових ґрунтах – від 1200 до 1500 м за висотою над рівнем моря (ВНРМ); субальпійські луки з участю вільхи зеленої на бурих гірсько-лучних ґрунтах – від 1500 до 1800 м та альпійські пустоші без сформованих ґрунтів (греготи) – вище 1800 м ВНРМ.

Природно-кліматичні умови цих поясів відрізняються достатньо суттєво – від вологого прохолодного у високогірних лісах з вегетаційним періодом близько 100 днів.

За даними лісовпорядкування в парку ідентифіковано 28 типів лісу, але вище 1200 м ВНРМ їх тільки 21. Загальна площа високогір'я в парку складає 3224 га, тобто майже третина всієї території. Домінують у високогір'ї парку два типи лісу: вологий кедровосмерековий субір – 745,8 га (23 %); волога чиста сушмеречина – 686,7 га (21 %). Більше 100 гектарів мають ще 6 типів лісу: сирий бір нелісових угідь; вологий гірськососновий бір; вологий гірськососновий субір; вологий смерековий субір; волога ялицева сушмеречина; вологий кедровосмерековий бір

Сумарна їх частка складає 99 %. За вологістю однозначно домінують вологі умови – 88 %, а за родючістю – незначна перевага у відносно бідних умов (39 %), хоча частки відносно родючих та бідних умов також суттєві і відповідно складають 35 і 25 %. Найменшою є частка родючих умов – 1 %.

Згідно Проекту організації території НПП «Синьогора» найбільш поширеним природним оселищем парку є Карпатські ялицево-буково-ялинові ліси (трав'янистий колір на карті) та Карпатські ялицево-ялинові ліси (коричневий). На значних площах в парку також представлені альпійські і субальпійські пустища (фіолетовий) та кислі осипища гірського поясу (жовтий колір). Наведена карта є основою для подальшого вивчення оселищ парку і свідчить про майже повне охоплення ними всієї території парку. Таким чином, проведена ідентифікація на території парку природних оселищ дала підстави зробити висновки про перевагу лісових оселищ парку над лучними та встановити, що не всі оселища є рідкісними або мають охоронювані види, а тому були встановлені види оселищ, які найбільш цінні (раритетні) для охорони природи в НПП «Синьогора».

УДК 574.2:504.03

***ЗМІНИ БІОРІЗНОМАНІТТЯ ПІД ВПЛИВОМ АНТРОПОГЕННИХ І
ВОЄННИХ ЧИННИКІВ***

Доцент Сорочинська О.Л.

(Національний транспортний університет,

Навчально-науковий Київський інститут залізничного транспорту)

Біорізноманіття є інтегральним показником екологічної стійкості природних систем, що відображає складність трофічних зв'язків, адаптаційні можливості видів та здатність екосистем до саморегуляції. В умовах посиленого антропогенного навантаження і воєнних дій відбуваються глибокі структурні та функціональні зміни біоценозів, які проявляються у спрощенні видового складу, порушенні просторової організації біотопів та зниженні екологічної рівноваги.

Антропогенні чинники, зокрема урбанізація, промислове виробництво, транспортна діяльність і трансформація земель, спричиняють фрагментацію природних ландшафтів і поступове витіснення чутливих до забруднення видів. У таких умовах домінуючими стають синантропні та інвазійні організми, що призводить до уніфікації біоти та втрати природної унікальності екосистем. Порушення рослинного покриву зумовлює зміну мікрокліматичних умов, деградацію ґрунтів та погіршення умов існування тварин.

Воєнні дії суттєво посилюють ці процеси через механічне руйнування біотопів, пожежі, вибухи, забруднення територій продуктами горіння, важкими металами та залишками вибухових речовин. Значні площі природних угідь зазнають повного знищення рослинності, що порушує кормову базу та місця існування фауни. Міграція токсикантів у ґрунти й води формує довготривалі осередки хімічного впливу, які ускладнюють природні сукцесійні процеси.

Оцінка змін біорізноманіття в таких умовах потребує застосування комплексних підходів, що поєднують польові спостереження, біоіндикаційні методи та просторовий аналіз. Дослідження динаміки популяцій, видового різноманіття та стану біотопів дозволяє встановити рівень деградації екосистем і визначити пріоритетні напрями їх відновлення. Особливого значення набуває моніторинг

територій, що зазнали найбільш інтенсивного впливу, для прогнозування довгострокових екологічних наслідків.

Збереження та відновлення біорізноманіття в умовах антропогенних і воєнних впливів є важливою складовою екологічної безпеки та сталого розвитку територій. Реалізація природоорієнтованих відновних заходів, спрямованих на відтворення біотопів і відновлення трофічних зв'язків, створює передумови для поступового повернення екосистем до стану екологічної рівноваги та підвищення їх стійкості до подальших навантажень.

УДК 504.064:656

**АНАЛІЗ ВПЛИВУ ТРАНСПОРТНОГО ПАРАМЕТРИЧНОГО
ЗАБРУДНЕННЯ НА ТЕРИТОРІЇ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ ЯК
СКЛАДОВА СТАЛОГО РОЗВИТКУ**

**Доцент Крюковська Л.І., студентка Редька Н.С.
(Національний транспортний університет)**

Інтенсивний розвиток транспортної інфраструктури супроводжується зростанням рівня параметричного забруднення: шумове, вібраційне, світлове та електромагнітне навантаження. Особливої актуальності ця проблема набуває для територій природно-заповідного фонду (ПЗФ), які межують з урбанізованими зонами та транспортними магістралями. В умовах інтенсифікації транспортних потоків негативний вплив таких факторів призводить до порушення природних екосистем, зміни поведінки тварин та зниження біорізноманіття.

Метою дослідження є аналіз впливу транспортного параметричного забруднення на території ПЗФ та обґрунтування підходів до його зниження в контексті сталого розвитку. У роботі розглянуто основні джерела параметричного забруднення, серед яких автомобільний та залізничний транспорт, а також визначено характер їх впливу на природні комплекси.

Шумове забруднення є одним із найбільш поширених факторів впливу, який призводить до зміни міграційних маршрутів тварин та порушення їх репродуктивної поведінки. Світлове забруднення, в свою чергу, негативно впливає на види тварин, які у більшості ведуть нічний спосіб життя, змінюючи їх природні біоритми, тоді як вібраційні впливи спричиняють деградацію ґрунтових структур. Електромагнітне випромінювання може впливати на орієнтацію в зміні міграційних шляхів окремих видів фауни – це в цілому порушує екологічну рівновагу природних систем.

Додатково доцільним є застосування кількісних методів оцінки рівня параметричного забруднення, зокрема акустичного моделювання та геоінформаційних систем для просторового аналізу зон впливу. Це дозволяє визначити найбільш уразливі ділянки територій ПЗФ і підвищити ефективність природоохоронних заходів.

Важливим напрямом є впровадження природоорієнтованих рішень, зокрема створення буферних зелених зон, використання рослинності як природного бар'єру та оптимізація просторового планування. Такі підходи сприятимуть не

лише зниженню рівня параметричного забруднення, але й підвищенню екологічної стійкості екосистем.

У контексті сталого розвитку ключовим є поєднання екологічних, економічних та соціальних аспектів. До основних заходів зниження впливу транспортного параметричного забруднення віднесено використання шумозахисних екранів, оптимізацію транспортних потоків, впровадження екологічно безпечних технологій транспорту та застосування цифрових систем моніторингу.

Реалізація запропонованих заходів сприятиме зменшенню антропогенного навантаження на природно-заповідні території, збереженню біорізноманіття та підвищенню екологічної безпеки. Таким чином, зниження впливу транспортного параметричного забруднення є важливою складовою забезпечення сталого розвитку урбанізованих регіонів.

УДК 504.712

ПРОБЛЕМИ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ У МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Студентка Леоненко В.О.

(Національний транспортний університет,

Навчально-науковий Київський інститут залізничного транспорту)

Упродовж останніх століть діяльність людини стала одним із ключових чинників формування ґрунтів. На урбанізованих територіях, на відміну від природних, саме антропогенний вплив відіграє провідну роль у процесах ґрунтоутворення.

Для міського середовища характерні так звані техноземи – штучно сформовані ґрунти, які виникають у результаті рекультивації територій або господарського освоєння земельних ділянок. Вони частково зберігають риси порушених природних ґрунтів і гірських порід, але значною мірою формуються під впливом технічних робіт і застосування важкої техніки під час створення ґрунтового покриву. Такі ґрунти зазвичай не мають чіткої шаруватої будови, відзначаються неоднорідним, мозаїчним забарвленням, підвищеною щільністю та зниженою пористістю. Водночас у межах міст ще можуть зберігатися ґрунти, близькі до природних. Найчастіше вони трапляються на територіях лісопарків і давніх паркових зон, де антропогенний вплив був менш інтенсивним. У межах міських територій ґрунти зазнають різних видів забруднення, які зазвичай поділяють на механічні, хімічні та біологічні. Механічне забруднення проявляється у засміченні ґрунтового покриву великими частками – будівельними відходами, уламками скла, кераміки та іншими інертними матеріалами. Такі домішки погіршують фізичні властивості ґрунтів і знижують їхню придатність для використання. Хімічне забруднення пов'язане з потраплянням у ґрунт речовин, які змінюють природний вміст хімічних елементів і перевищують допустимі норми. У результаті відбувається трансформація фізико-хімічних характеристик ґрунтів. Цей тип забруднення є найпоширенішим, тривалим за дією та найбільш небезпечним для довкілля. Біологічне забруднення виникає через проникнення та розмноження в ґрунті патогенних організмів, небезпечних для людини. Стан ґрунтів оцінюють за бактеріологічними, гельмінтологічними та

ентомологічними показниками, які визначають рівень епідеміологічної загрози. Особливий контроль таких забруднень стосується рекреаційних зон. У межах великих промислових агломерацій часто формуються техногенні ландшафти – території, вигляд яких, передусім рельєф, зумовлений видобутком і переробкою корисних копалин. Розробка родовищ і спорудження промислових об'єктів призводять до порушення рослинного та ґрунтового покриву, зміни геологічної будови, гідрогеологічних умов, рельєфу й тваринного світу, а також до забруднення води й повітря. Після завершення таких робіт необхідно проводити рекультивацію земель – комплекс заходів, спрямованих на відновлення їхньої продуктивності та покращення стану довкілля. Важливо, щоб відновлені території не поступались якістю тим, що існували до їх порушення. Водночас вплив техногенної діяльності на природні комплекси є різноманітним, а реакція екосистем – неоднозначною. Тому підходи до рекультивації не можуть бути універсальними. У деяких випадках відновлення первісного стану території є недоцільним. Проте після завершення всіх робіт як самі порушені ділянки, так і прилеглі території мають перетворитися на впорядковані й екологічно стійкі ландшафти, здатні протистояти подальшому техногенному впливу.

УДК 504

***ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ ЯК НЕОБХІДНА УМОВА
СТАБІЛЬНОСТІ БІОСФЕРИ***

Студент Шилан А.П.

**(Національний транспортний університет,
Навчально-науковий Київський інститут залізничного транспорту)**

Біологічне різноманіття – є однією з найважливіших характеристик біосфери та визначає її стійкість і здатність до саморегуляції. На планеті Земля існує надзвичайно широкий спектр екосистем, що охоплює як суворі полярні території, так і густі ліси, а також морські середовища – від коралових рифів до відкритих океанічних просторів. Таке різноманіття прийнято систематизувати за різними підходами, зокрема за будовою екосистем або за особливостями їх функціонування. Воно включає сукупність середовищ існування, біологічних угруповань і процесів, що забезпечують життєдіяльність у межах біосфери. Рівень біорізноманіття не є сталим і залежить від багатьох чинників. При цьому важливо враховувати, що до складу будь-якого біоценозу входять не лише постійні мешканці, а й організми, які перебувають у ньому тимчасово, проходячи окремі стадії розвитку. Крім того, видовий склад угруповань постійно змінюється через безперервні процеси появи нових видів і зникнення інших. Тому оцінка біорізноманіття завжди є актуальною лише для певного моменту часу. Вагому роль у формуванні природного середовища відіграє рельєф земної поверхні, який формується внаслідок взаємодії літосфери, атмосфери та гідросфери. Саме різноманітність форм рельєфу гірські системи, рівнинні простори, долини річок, пустельні масиви чи льодовики – створює широкий спектр умов для існування живих організмів. Чим різноманітніші природні умови певної території та чим

тривалішим був період еволюційного розвитку організмів, тим багатшим зазвичай є їх видовий склад. Ландшафти Землі постійно змінюються під впливом кліматичних факторів і біологічних процесів, але значну роль у їх трансформації відіграє діяльність людини. Протягом тривалого історичного періоду формувалися сучасні природні комплекси, які нині активно змінюються через господарську діяльність, видобуток ресурсів, урбанізацію та розвиток інфраструктури. У результаті виникають ландшафти, що поєднують природні та створені людиною компоненти. Особливе місце займають культурні ландшафти, у межах яких формуються антропогенні біоценози. Такі системи мають специфічні риси: обмежене різноманіття видів із домінуванням окремих з них, нестабільність та підвищену чутливість до зовнішніх впливів. Це пов'язано з їх відносно короткою історією розвитку та меншою складністю порівняно з природними екосистемами. Через це антропогенні біоценози можуть швидко змінюватися або навіть руйнуватися при різких коливаннях умов середовища. Водночас їх вивчення має важливе значення, оскільки дає змогу більш ефективно розуміти природні процеси, раціонально використовувати ресурси та спрямовувати розвиток довкілля з урахуванням потреб суспільства.

УДК 504.712

ВПЛИВ АНТРОПОГЕННОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ

Студентка Шматок В.С.

(Національний транспортний університет,

Навчально-науковий Київський інститут залізничного транспорту)

Антропогенні трансформації рельєфу у великих містах є важливим наслідком урбанізації та господарської діяльності людини. На вибір місця для заснування міста і його подальший розвиток істотно впливають геологічні чинники: особливості рельєфу, властивості ґрунтів і гірських порід, наявність корисних копалин, а також дія внутрішніх (ендогенних) і зовнішніх (екзогенних) процесів. Із розвитком технічних можливостей людства вплив на геологічне середовище постійно посилюється. Наслідки такої діяльності мають властивість накопичуватися, що часто призводить до активізації небезпечних геологічних процесів. Це підкреслює необхідність врахування еколого-геологічних умов під час освоєння територій. У процесі розвитку міст рельєф зазнає суттєвих змін відповідно до потреб забудови. Геологічні дослідження території дозволяють виявити такі перетворення, як зникнення водойм, поява ярів і балок, зміна русел річок або виникнення нових водних об'єктів, а також коригування висотних відміток місцевості. Загальною тенденцією є вирівнювання поверхні, що пов'язано з підготовкою територій під будівництво. Водночас формуються й негативні антропогенні форми рельєфу – виїмки під дороги, будівельні котловани, кар'єри для видобутку корисних копалин, зокрема будівельних матеріалів. Після завершення експлуатації кар'єри можуть заповнюватися водою і, після рекультивації, використовуватися як рекреаційні зони. Через нестачу

вільних земель і зростання населення міст усе більшого значення набуває освоєння підземного простору. У багатьох великих містах світу під землею розміщують торговельні центри, гаражі, склади та інші об'єкти. Таким чином, антропогенний вплив суттєво змінює рельєф міських територій, формуючи як нові можливості для розвитку, так і потенційні ризики для довкілля та населення.

УДК 502.51:504.05

ВІДНОВЛЕННЯ ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМ ПІСЛЯ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Студентка Швець А.М.

(Національний транспортний університет)

Техногенне навантаження є одним із визначальних чинників трансформації природних екосистем, що проявляється у порушенні структури біоценозів, деградації ґрунтового покриву, зміні гідрологічного режиму та накопиченні токсичних речовин у компонентах довкілля. Наслідком тривалого впливу промислових викидів, транспортної діяльності, гірничих розробок і будівництва є втрата екологічної стійкості територій та зниження їх природного відновного потенціалу.

Відновлення екосистем після техногенного впливу ґрунтується на поєднанні процесів природної сукцесії та керованих рекультиваційних заходів. На першому етапі важливим є усунення або мінімізація джерела забруднення, стабілізація геохімічних процесів у ґрунтах і запобігання подальшій міграції токсикантів. Застосування фізико-хімічних методів детоксикації, фітомеліорації та біоремедіації сприяє зниженню концентрації забруднювальних речовин і відновленню біологічної активності ґрунтового середовища.

Суттєву роль у відновних процесах відіграє формування рослинного покриву, який забезпечує стабілізацію поверхні ґрунту, покращення його структури та створення умов для повернення фауни. Добір автохтонних видів рослин, адаптованих до локальних умов, підвищує ефективність відновлення біоценозів і сприяє відновленню трофічних зв'язків у межах екосистеми.

Гідрологічна реабілітація порушених територій передбачає відновлення природного водообміну, очищення поверхневих і підземних вод та формування умов для функціонування водних і прибережних біотопів. Це особливо актуально для територій, що зазнали впливу гірничодобувної діяльності або промислового забруднення.

Комплексне відновлення природних екосистем потребує довготривалого екологічного моніторингу, який дозволяє оцінювати динаміку сукцесійних процесів та ефективність рекультиваційних заходів. Поєднання науково обґрунтованих підходів із практичними інженерними рішеннями забезпечує поступове повернення екосистем до стану екологічної рівноваги та підвищення їх стійкості до подальших антропогенних впливів.

**TRANSFORMATION OF WASTE MANAGEMENT HIERARCHY IN CITIES:
EUROPEAN VECTOR AND UKRAINIAN REALITIES**

**Associate professor Kolomiets S.V., student Men A.I.
(National Transport University)**

The modern development of urbanized territories requires an immediate shift in waste management approaches, as accelerating urbanization and rising consumption levels have led to critical waste accumulation in cities. The primary strategic goal of this transformation is to transition from a linear "take-make-dispose" model to a circular economy that focuses on resource recovery and waste minimization. The foundation of this transition is the five-step waste management hierarchy established by Directive 2008/98/EC, which prioritizes prevention, reuse, and recycling, while landfilling is considered the least desirable option. European experience demonstrates the high efficiency of this model: in Sweden, the landfill rate for municipal waste is only 0.8%, and in Ljubljana, a systemic approach achieved significant recycling levels for organic fractions and packaging. In Ukraine, the situation remains challenging, with approximately 94% of municipal waste still sent to landfills and the number of unauthorized dumps continuing to grow. A key step toward change was the adoption of the framework Law of Ukraine "On Waste Management," which implemented European hierarchy and responsibility principles. For urban ecosystems, the implementation of Local Waste Management Plans is critical; these are based on a cluster approach and inter-municipal cooperation to optimize logistics and build processing capacity. Particular attention must be given to the development of separate collection, which is the most cost-effective sorting method and ensures the preservation of resource value. The successful implementation of the hierarchy in cities depends on the application of economic instruments, such as Extended Producer Responsibility, the "polluter pays" principle, and "pay-as-you-throw" mechanisms, which encourage residents and businesses to reduce mixed waste volumes. Practical cases, such as Lviv's organic composting and Khmelnytskyi's waste management centers, confirm the feasibility of adapting best European practices locally. System transformation in urban areas requires not only the development of modern infrastructure - such as sorting lines and mechanical-biological treatment plants - but also extensive information campaigns to raise public environmental awareness. Only a comprehensive combination of technological innovations, strict environmental control, and economic incentives will ensure the environmental safety of urbanized territories and the sustainable use of natural resources in the long term. Future research perspectives in this field involve developing economic-mathematical models to ensure territorial balance between waste generation volumes and utilization capacities within specific urban systems. Particular attention should be paid to studying the life cycles and processing methods for specific waste streams, such as waste electrical and electronic equipment and solar panels, whose volumes in cities are rapidly increasing. An important vector of scientific inquiry is evaluating the effectiveness of Extended Producer Responsibility

mechanisms as a financial instrument for municipal infrastructure development and stimulation of the recycling industry.

UDC 656.13:504:330.34

***CLIMATE-ADAPTIVE AND SUSTAINABLE MANAGEMENT OF URBAN
TRANSPORT SYSTEMS: AN ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC
PERSPECTIVE***

**Associate professor Tsiuman Ye.S.
(National Transport University)**

Urban transport systems are a major source of environmental pressure in densely populated areas, contributing to greenhouse gas emissions, resource depletion, and ecosystem degradation. Existing management approaches often remain fragmented and insufficiently aligned with climate adaptation priorities. Rapid population growth, increasing vehicle ownership, and expanding logistics demands further exacerbate congestion, air pollution, and energy consumption. This study addresses the need to integrate environmental and economic management tools into urban transport governance under climate change. Particular attention is given to the growing exposure of transport infrastructure to climate-related risks—including temperature extremes, precipitation variability, flooding, and accelerated material deterioration—requiring a shift from reactive maintenance to proactive, resilience-oriented planning.

The conceptual framework of the research is based on the principles of green and circular economies. The green economy emphasizes reducing carbon intensity and environmental externalities, while the circular economy focuses on resource efficiency, material reuse, and life-cycle optimization of transport infrastructure. Their combined application enables the development of more sustainable and adaptive urban transport systems. Moreover, the integration of smart technologies, such as sensor networks, real-time traffic monitoring, and AI-driven optimization, supports both operational efficiency and environmental performance of urban mobility networks.

Methodologically, the study applies a systemic approach to analyzing transport infrastructure as part of urban socio-ecological systems, enabling the identification of interdependencies between environmental impacts, economic performance, and institutional mechanisms. In this context, public-private partnerships are viewed as a key instrument for mobilizing investment and implementing innovative, environmentally oriented solutions. The research also highlights the importance of stakeholder engagement, citizen awareness, and participatory governance in ensuring the legitimacy and effectiveness of sustainable transport initiatives.

The results indicate that integrating climate adaptation strategies into environmental and economic management significantly enhances the resilience of urban transport systems. These strategies include the use of climate-resistant materials, digital monitoring tools, low-carbon mobility solutions, and the redesign of urban corridors to improve drainage, reduce heat islands, and strengthen multimodal connectivity. At the same time, their effectiveness depends on institutional coordination, regulatory frameworks, and long-term policy consistency. In conclusion, the transition to

sustainable urban transport systems requires the systematic integration of climate adaptation, green and circular economy principles, and innovative technologies into management practices. This approach provides a foundation for reducing environmental risks, optimizing resource use, improving urban quality of life, and ensuring the long-term sustainability and resilience of urbanized areas.

УДК 630 (477.46)

**ХАРАКТЕРИСТИКА ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ
КОРСУНЬ-ШЕВЧЕНКІВСЬКОГО РАЙОНУ**

**Доцент Шевченко В.Г. (Національний транспортний університет)
студентка Ковтун М.В.**

(Український державний університет імені Михайла Драгоманова)

Лісові ресурси Корсунь-Шевченківського району Черкаської області відіграють важливу роль у збереженні екологічної рівноваги та розвитку економіки регіону. Вони мають низку характерних природних та екологічних особливостей, зумовлених їх розташуванням у межах лісостепової зони України. Тут поєднуються як лісові, так і степові елементи. Основу лісів становлять широколистяні породи, зокрема дубові та грабові насадження. Найпоширенішими є дуб звичайний, граб, ясен, клен, липа. Лісові ділянки часто приурочені до долин річок, ярів і балок. Особливо це характерно для територій уздовж річки Рось, де сформувалися заплавні ліси з вологолюбною рослинністю (верба, вільха, тополя). Територія Корсунь-Шевченківського району характеризується розчленованим рельєфом (яри, балки, пагорби), що створює відмінні умови для формування різних типів лісових екосистем і сприяє високому біорізноманіттю. Важливо, що у районі збереглися ділянки природних дубових лісів, хоча значна площа представлена штучними насадженнями, створеними для захисних і господарських цілей. Завдяки таким особливостям ці території є середовищем існування для багатьох видів флори і фауни, включаючи рідкісні та охоронювані види. Це підвищує їх природоохоронну цінність.

Основним постійним лісокористувачем є філія «Корсунь-Шевченківське лісове господарство» державного спеціалізованого господарського підприємства «Ліси України», яка здійснює комплексне управління, охорону та відновлення лісових масивів у районі. Зокрема, проводяться акції зі створення нових лісових культур, під час яких висаджуються тисячі саджанців деревних порід, адаптованих до місцевих умов. Ці заходи спрямовані на збільшення лісистості району, покращення екологічної ситуації та забезпечення сталого розвитку лісового господарства.

Для забезпечення ефективного управління лісовими ресурсами та контролю за їх станом, філія «Корсунь-Шевченківське лісове господарство» розробляє та впроваджує плани господарських заходів. Ці плани включають розрахункову лісосіку, заходи з формування та оздоровлення лісів, а також програми з лісовідновлення та лісорозведення. Реалізація цих заходів сприяє підвищенню

продуктивності лісів, покращенню їх санітарного стану та забезпеченню потреб місцевого населення в лісових ресурсах.

Попри природну цінність, ліси зазнають впливу антропогенних факторів: вирубок, рекреаційного навантаження, змін гідрологічного режиму та кліматичних змін. Це потребує посилення заходів з їх охорони та відновлення.

Ліси Корсунь-Шевченківського району є типовими для лісостепу, але водночас вирізняються високою різноманітністю, природоохоронною та рекреаційною цінністю. Їх збереження має важливе значення для підтримання екологічної рівноваги регіону.

УДК 504.4.054:574.2:628.3

***ВПЛИВ ФОСФАТНОГО ЗАБРУДНЕННЯ НА БІОРІЗНОМАНІТТЯ
ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО ЙОГО
ЗНИЖЕННЯ***

**студентка Еззін А.-І.Р., доцент Кобзиста О.П.
(Національний транспортний університет)**

Зростання антропогенного навантаження на водні екосистеми зумовлює інтенсивне надходження біогенних елементів, зокрема фосфатів, що є однією з ключових причин евтрофікації водойм. В умовах урбанізації та недостатньо ефективного очищення стічних вод в Україні фіксується систематичне перевищення концентрацій фосфатів у поверхневих водах, що негативно впливає на структуру та функціонування водних біоценозів.

Фосфатне забруднення спричиняє бурхливий розвиток фітопланктону, зокрема ціанобактерій, що призводить до «цвітіння» води. Це явище супроводжується зниженням прозорості води, дефіцитом розчиненого кисню, накопиченням токсичних метаболітів та порушенням трофічних зв'язків у водних екосистемах. У результаті відбувається витіснення чутливих видів гідробіонтів, зниження видового різноманіття та спрощення структури біоценозів. Довготривала евтрофікація може призводити до деградації екосистем, втрати екосистемних послуг та погіршення якості водних ресурсів.

Особливої актуальності проблема набуває в умовах посиленого антропогенного впливу, коли збільшуються обсяги скидів недостатньо очищених стічних вод, що містять фосфати з побутових мийних засобів, аграрного сектору та промислових підприємств. Це створює додаткові ризики для збереження біорізноманіття та сталого функціонування водних екосистем.

З метою зниження фосфатного навантаження важливим є впровадження ефективних технологій очищення стічних вод. До перспективних підходів належать біологічні методи видалення фосфору із застосуванням процесів біологічного акумулювання фосфатів мікроорганізмами, а також фізико-хімічні методи, зокрема коагуляція, флотація та сорбція. Оптимізація технологічних параметрів роботи біореакторів, включаючи режими аерації, тривалість циклів та склад активного мулу, дозволяє підвищити ефективність видалення фосфатів зі стічних вод.

Важливим напрямом є також впровадження інтегрованих систем управління якістю води, що поєднують моніторинг, прогнозування та регулювання антропогенного навантаження. Це дозволяє своєчасно виявляти загрози евтрофікації та запобігати негативним змінам у водних екосистемах.

Таким чином, фосфатне забруднення є суттєвим чинником деградації біорізноманіття водних екосистем. Зниження його впливу можливе за рахунок удосконалення технологій очищення стічних вод, оптимізації їх експлуатаційних режимів та впровадження комплексних підходів до управління водними ресурсами, що сприятиме збереженню екологічної рівноваги та забезпеченню сталого розвитку.

УДК 631.461: 632.937

**РОЛЬ БАКТЕРІЙ РОДУ *PSEUDOMONAS* У ЗБЕРЕЖЕННІ
БІОРИЗНОМАНІТТЯ ТА ЕКОЛОГІЗАЦІЇ АГРОСФЕРИ В УМОВАХ
АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ**

Доцент Клочко В.В., студент Андрєєнков М.С.

**(Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»)**

Сучасне сільськогосподарське виробництво характеризується високим рівнем антропогенного навантаження, що призводить до деградації ґрунтів та втрати мікробного біорізноманіття. У контексті глобального переходу до органічного виробництва особливої актуальності набуває пошук біологічних агентів, здатних замінити синтетичні пестициди та мінеральні добрива. Бактерії роду *Pseudomonas* є одними з найбільш перспективних об'єктів для біотехнології. Їх використання дозволяє не лише підвищити врожайність, а й відновити екологічну рівновагу агроценозів, що є критично важливим для збереження природного біорізноманіття.

Представники псевдомонад, зокрема види *P. fluorescens*, *P. putida*, *P. synxantha* та інші володіють комплексом корисних властивостей, до яких належать наступні: 1) пряма стимуляція росту за рахунок синтезу фітогормонів (ауксинів, гіберелінів) та покращення фосфорного живлення рослин; 2) біозахист, а саме продукція антибіотиків, сидерофорів та літичних ферментів, що пригнічують розвиток фітопатогенних грибів та бактерій без шкоди для довкілля; 3) детоксикація, тобто здатність до біодеградації залишків пестицидів та важких металів у ґрунті, що знижує хімічний стрес на екосистему.

Псевдомонади виступають природними регуляторами структури мікробних угруповань завдяки антибіозу та синтезу сидерофорів. Конкуруючи за залізо та поживні ресурси з фітопатогенами, представники роду *Pseudomonas* обмежують домінування шкідливих видів грибів та бактерій. Окрім цього, псевдомонади впливають на вищі ланки екосистеми через механізм індукованої системної резистентності (ISR). Активуючи імунну відповідь рослини, ці бактерії знижують потребу в інсектицидних обробках, що прямо сприяє збереженню популяцій корисних комах-запилювачів та ентомофагів. Більше того, здатність

псевдомонад до біодеградації ксенобіотиків очищує екологічні ніші, тим самим забезпечуючи поступове відновлення природного балансу та перехід до саморегульованих органічних агроєкосистем.

Поступовий перехід на біопрепарати на основі псевдомонад сприяє формуванню «здорового» супресивного ґрунту. На відміну від хімічних фунгіцидів, бактерії роду *Pseudomonas* інтегруються в природні ланцюги живлення, підтримуючи ентомологічне та мікробіологічне різноманіття регіону. Це вирішує актуальну проблему – отримання екологічно чистої продукції за умови збереження природних ресурсів.

Отже, впровадження мікробних препаратів на основі *Pseudomonas* у практику захисту рослин є важливим кроком до сталого розвитку. Даний напрямок дозволяє мінімізувати негативний вплив антропогенного чинника на довкілля та забезпечити плавний перехід аграрного сектору до стандартів органічного виробництва.

УДК 502/504:614.84

**ПРОТИПОЖЕЖНИЙ ЗАХИСТ ТЕРИТОРІЙ ТА ОБ'ЄКТІВ
ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ УКРАЇНИ**

**Доцент Лисак Р.С., студент Жілін Д.І.
(Національний транспортний університет)**

Природно-заповідний фонд (ПЗФ) України налічує понад 8000 об'єктів загальною площею близько 4 млн. га та є основою збереження біорізноманіття держави. В умовах воєнного часу, кліматичних змін і зростаючого антропогенного навантаження загрози пожеж на заповідних територіях суттєво збільшились. Пожежі завдають незворотної шкоди екосистемам, знищують рідкісні види флори і фауни, погіршують стан ґрунтів та водних ресурсів.

Для захисту та збереження територій та об'єктів природно-заповідного фонду України необхідно реалізовувати заходи, спрямовані на попередження виникнення пожеж, оперативне їх виявлення та ліквідацію.

Профілактичні та організаційні заходи протипожежного захисту передбачають проведення планових дій, серед яких: прокладання та розчищення мінералізованих смуг по периметру заповідних ділянок; контрольоване випалювання сухої трав'яної рослинності (підстилки) на буферних зонах у весняний та осінній пожежонебезпечні сезони виключно за наявності дозволу ДСНС України та під наглядом фахівців; будівництво доріг для під'їзду техніки; патрулювання територій ПЗФ у пожежонебезпечний сезон) із залученням інспекторів охорони, добровільних пожежних дружин та представників місцевих громад; розробка схем евакуації диких тварин і плани заходів з охорони рідкісних видів на випадок виникнення великих пожеж на об'єктах ПЗФ; прорідження лісових насаджень біля населених пунктів з метою унеможливлення верхових пожеж; навчання та тренування персоналу природоохоронних установ з питань первинного гасіння пожеж, використання

протипожежного обладнання та взаємодії з підрозділами ДСНС України; роз'яснювальна робота з населенням та землекористувачами.

Актуальним рішенням для протипожежного захисту в сучасних умовах є застосування цифрових інструментів та технічного забезпечення, наприклад: пунктів моніторингу погодних умов; системи дистанційного моніторингу пожежної небезпеки на основі даних супутникового спостереження для раннього виявлення термічних аномалій на всіх об'єктах ПЗФ; камер відеоспостереження та пожежних вишок з автоматичною системою оповіщення; безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для моніторингу важкодоступних ділянок, оперативного картування пожежних осередків у режимі реального часу та гасіння пожеж; мобільних протипожежних станцій з необхідним запасом вогнегасних речовин, ранцевими вогнегасниками, пожежними рукавами та засобами індивідуального захисту персоналу; єдиної цифрової платформи обміну даними між адміністраціями ПЗФ, ДСНС та регіональними органами влади для координації протипожежних дій та оперативного реагування.

Реалізація запропонованих заходів дозволить підвищити оперативність виявлення і ліквідації загорянь та зберегти унікальні природні екосистеми та біорізноманіття природно-заповідного фонду України як національного та загальноєвропейського.

СЕКЦІЯ 4 ОСВІТА ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

UDK 378:004:37.018.43:502/504

INFORMATION TECHNOLOGY IN ENVIRONMENTAL EDUCATION: THE EXPERIENCE OF THE UKRAINIAN-GERMAN DIGITAL LEARNING NETWORK

**Professor Khrutba V.O. (National Transport University),
associate professor, project manager Nikitchenko Y.S.**

(Eberswalde University for Sustainable Development, Eberswalde, Germany)

The current development of environmental education is taking place amid active digitalization, which necessitates the integration of information technologies into the educational process. The use of digital tools improves the quality of training for environmental protection specialists, expands access to educational resources, and promotes the development of environmental competence based on interdisciplinarity and sustainable development.

International educational initiatives focused on integrating information technology into higher education are of particular importance. One such initiative is the Ukrainian-German Digital Teaching Network for a Transformation of Environmental Education

project, which aims to create a digital educational environment in the field of ecology and to foster Ukrainian-German academic cooperation.

As part of the project, the Digital Teaching Network (<https://ukrdigital.hnee.de/>) an integrated platform that facilitates knowledge sharing, the dissemination of best practices in digital learning, and the development of digital competencies among faculty and students. Particular attention has been paid to the implementation of learning management systems (notably the MOODLE platform), which enable the organization of distance and blended learning, as well as provide access to structured educational resources.

An important component of the project is the development of online courses on environmental topics, which are focused on building up-to-date knowledge in the areas of sustainable development, natural resource management, and environmental protection. The use of information technologies in this process helps improve learning effectiveness, develop analytical thinking, and build practical skills.

An innovative aspect is the implementation of virtual educational environments, particularly VR technologies, which allow for the simulation of natural objects and ecosystems. This creates opportunities for interactive learning that closely resembles real-world conditions and enhances the retention of educational material.

The project's implementation is accompanied by surveys, workshops, and webinars that help improve the digital literacy of faculty and students, as well as promote innovative pedagogical approaches. Expanding the partner network to 19 universities ensures the scaling of results and the creation of an international educational environment.

Thus, the application of information technologies within the Ukrainian-German digital educational network demonstrates their effectiveness in improving the quality of environmental education. Further development involves the implementation of the latest digital solutions, the expansion of educational content, and the strengthening of international cooperation, which will contribute to the training of competitive specialists in the field of environmental protection.

УДК 378:502/504:37.033

***ЕКОЛОГІЧНА СВІДОМІСТЬ ЯК ОСНОВА СТАЛОГО РОЗВИТКУ:
РЕКОМЕНДАЦІЇ ТА ДОСВІД ПРОЕКТУ TRANSLEARN***

Професор Рутковська І.А.

(Національний транспортний університет)

В умовах сьогодення, серйозних екологічних проблем та викликів щодо потреби забезпечення сталого розвитку та формування соціальної екологічної свідомості є стратегічним завданням для системи вищої освіти. Університети у цьому процесі відіграють вирішальну роль, оскільки вони відповідають не лише за передачу знань, а й за формування цінностей, моделей поведінки та професійної компетентності, зосереджених на принципах сталого розвитку. Екологічна свідомість в умовах воєнного стану та повоєнної відбудови України набуває особливого змісту і значення, оскільки процес відновлення вимагає чіткого

розуміння і дотримання принципів екологічної безпеки, ефективного використання ресурсів та відновлення природних екосистем.

Університет – це складна інституційна екосистема, де екологічна свідомість формується через взаємодію освітніх, дослідницьких та адміністративних процесів. Методологічною основою цього дослідження є системний аналіз, порівняльний аналіз європейських практик, емпіричні методи (зокрема, опитування гарантів освітніх програм) та експертна оцінка. Емпіричною основою є результати досліджень WG1 - Management of Sustainable Development in Universities: Developing recommendations for implementing sustainability in universities в рамках міжнародного проекту TransLearnN (Resilient Transformation Learning Network). Дослідження показують, що хоча існують деякі освітні та дослідницькі ініціативи, спрямовані на розвиток екологічної свідомості, більшості університетів бракує системного підходу до інтеграції принципів сталого розвитку у свою навчальну практику, що обмежує ефективність формування екологічної свідомості.

Для подолання цих обмежень проект розробив «Настанову з рекомендаціями щодо управління сталим розвитком в українських університетах в умовах обмеженого фінансування під час воєнного стану та післявоєнної відбудови в Україні» (далі – «Настанова»), спрямовану на систематизацію та інституціоналізацію процесу формування екологічної свідомості. На відміну від традиційних підходів, цей посібник базується на принципі «цільноінституційного підходу», що інтегрує екологічні фактори на всіх рівнях діяльності університету. Це дозволяє розглядати формування екологічної свідомості як результат скоординованої діяльності всіх структурних елементів закладу, а не як ізольований освітній процес.

Застосування цього посібника сприяє: інтеграції принципів сталого розвитку у зміст та результати навчання освітніх програм; розвитку екологічної грамотності та практико-орієнтованого навчання; посиленню екологічно відповідальної поведінки на рівні університетської спільноти; створенню інституційного середовища, яке підтримує принципи сталого розвитку.

UDC 378:004:316.77

***RESILIENCE OF HIGHER EDUCATION IN CRISIS CONDITIONS
THROUGH UKRAINIAN–GERMAN DIGITAL EDUCATIONAL NETWORKS***

**Professor Khrutba V. (National Transport University),
professor Nechyporenko A.**

(Technical University of Applied Sciences, Wildau, Germany)

Contemporary challenges, particularly the war and the resulting destruction of educational infrastructure, have intensified the need for new forms of interuniversity cooperation. In this context, international digital educational projects play a crucial role in ensuring continuity of learning, developing digital competencies, and supporting the academic community. Notable examples of such initiatives are the Ukrainian-German projects Digital Teaching Network (DTN) and Wildau–Kharkiv IT Bridge.

The Digital Teaching Network (DTN) project (2022–2025), implemented with the support of DAAD, initially functioned as a digital platform (DTN Moodle) for hosting educational courses. Under crisis conditions, it ensured students' access to learning resources regardless of their location and enabled teachers to maintain professional activity. Over time, the platform evolved into a full-fledged interuniversity network uniting more than 18 Ukrainian and 4 German universities.

Within the project, more than 50 learning modules were developed, innovative technologies (including VR) were integrated, and a series of webinars, workshops, and academic mobility activities were conducted. DTN functions as a knowledge hub and contributes to the formation of a community of educators focused on digital pedagogy, interdisciplinary cooperation, and internationalization of education. Importantly, the project has transformed from a technical tool into a socio-institutional network that ensures sustainable partnerships and fosters new educational initiatives.

In parallel, the Wildau–Kharkiv IT Bridge project (2022–2025), coordinated by the Technical University of Applied Sciences Wildau, focuses on advancing digital education in the fields of information technology and engineering. The project platform, built on Google Workspace, provides an integrated environment for learning, communication, and collaboration.

Within IT Bridge, 411 learning modules have been developed, more than 12,000 students and 222 teachers have been engaged, and over 7,500 students have already received certificates. The project brought together 8 universities from Kharkiv and contributed to the dissemination of modern IT competencies, including the use of VR/AR technologies. An important component of the initiative is the organization of regular conferences and round tables addressing digitalization in education, the application of artificial intelligence, and the recovery of Ukraine.

Despite their different thematic focus (DTN - environmental and pedagogical; IT Bridge - technical and engineering), both projects share a common strategic goal: the development of sustainable international educational networks. Their interaction contributes to the creation of an integrated educational space that combines digital technologies, innovative pedagogical approaches, and interdisciplinary cooperation.

Thus, the experience of implementing the DTN and Wildau–Kharkiv IT Bridge projects demonstrates a transition from isolated digital platforms to comprehensive educational ecosystems. Such network-based models ensure the resilience of universities, support human capital development, and facilitate Ukraine's integration into the European Higher Education Area, even under conditions of profound crisis transformations.

**ОСВІТА ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ В БІОСФЕРНИХ ЗАПОВІДНИКАХ:
ДАНІ, ЕКОСИСТЕМНИЙ МОНІТОРИНГ І ВИКЛИКИ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ**

**Професор Барабаш О. В., аспірант Пацев І.С.
(Національний транспортний університет)**

Сучасна освіта для сталого розвитку є надважливим елементом в умовах постійних екологічних ризиків, зокрема у сфері функціонування біосферних заповідників як ключових осередків збереження біорізноманіття. Біосферні заповідники виконують не лише природоохоронну, а й освітньо-наукову функцію. Саме освітні програми акцентовані на підготовку висококваліфікованих фахівців, здатних працювати з комплексними екосистемними даними дають змогу забезпечувати формування екологічної свідомості. В Україні площа територій природно-заповідного фонду становить близько 6,8 % від загальної території держави, що зумовлює необхідність впровадження ефективної системи управління під час освітнього супроводу.

Одним із ключових напрямів освіти у біосферних заповідниках є формування фахових (спеціальних) компетентностей для збору, аналізу та інтерпретації експериментальних даних про стан лісових екосистем. Систематичний екологічний моніторинг дає змогу оцінити динаміку змін біотичних і абіотичних факторів, зокрема структуру деревостанів, біорізноманіття, рослинні угруповання та показники екосистемної стійкості. За сучасними оцінками, використання геоінформаційних технологій і дистанційного зондування Землі підвищує точність екологічного аналізу на 30–40 % порівняно з традиційними польовими методами.

Лісові пожежі є одним з найбільш деструктивних факторів впливу на природні екосистеми. За останні роки площа лісових пожеж у світі зросла на 20–25 %, а війна в Україні призвела до вигорання понад 50 тис. га лісів. Пожежі призводять до втрати до 70 % підліску та трав'яного покриву, зниження видового різноманіття на 30–50 % та до значних змін у ґрунтових процесах і гідрологічному режимі територій.

Освітні програми в закладах вищої освіти мають бути орієнтовані на поглиблення теоретичних знань у поєднанні з практичними навичками оцінки впливу пожеж на екосистеми. Це передбачає залучення здобувачів і молодих науковців до польових досліджень, аналізу супутникових даних та моделювання екологічних ризиків. Важливим є також формування навичок та умінь розроблення заходів з відновлення екосистем, зокрема лісовідновлення та рекультивації постпірогенних територій.

Отже, освіта для сталого розвитку є ключовим інструментом забезпечення екологічної безпеки та збереження біорізноманіття. Поєднання сучасних технологій моніторингу, наукових підходів і практичної підготовки дозволяє формувати нове покоління фахівців, здатних ефективно реагувати на виклики, пов'язані з деградацією лісових екосистем та зростанням частоти природних і антропогенних пожеж.

**ЕКОЛОГІЧНІ ІНІЦІАТИВИ ЯК ЧИННИК ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ
СВІДОМОСТІ СУСПІЛЬСТВА**

Доцент Пічкур Т.В.

**(Національний транспортний університет,
Навчально-науковий Київський інститут залізничного транспорту)**

У сучасному суспільстві екологічні ініціативи набувають все більшого значення як механізм формування екологічної свідомості та зміцнення соціальної згуртованості суспільства. Такі заходи охоплюють широкий спектр діяльності – від озеленення територій до розробки освітніх програм із охорони довкілля, виконуючи ключову роль у забезпеченні сталого розвитку та формуванні відповідальної екологічної поведінки. Дослідження демонструють, що активна участь у екологічних заходах сприяє розвитку соціальних зв'язків, стимулює обмін знаннями та колективну взаємодію. Наприклад, спільна діяльність із висадження дерев або очищення водойм одночасно покращує стан навколишнього середовища та зміцнює відчуття соціальної єдності та відповідальності за природне середовище. Особлива роль належить екологічній освіті в межах таких ініціатив. Освітні програми, орієнтовані на раціональне використання природних ресурсів і збереження біорізноманіття, сприяють підвищенню обізнаності населення та формують практики екологічно відповідальної поведінки. Комплексне планування та впровадження екологічних проєктів дозволяє суспільству ефективніше реагувати на наслідки кліматичних змін, зменшувати антропогенний вплив на екосистеми та розробляти стратегії зниження вуглецевого сліду. Важливим аспектом є також психологічний ефект участі в екологічних заходах. Діяльність на свіжому повітрі та контакт із природним середовищем сприяють зниженню стресу, поліпшенню настрою і відновленню психоемоційного стану учасників. Екологічні ініціативи мають також економічний вимір: вони створюють «зелені» робочі місця та сприяють розвитку соціального підприємництва, відкриваючи нові перспективи для економіки, побудованої на принципах сталого розвитку. Формування екологічної свідомості – ще є перевагою для розвитку почуття колективної відповідальності за екологічний стан довкілля. Активна участь у проєктах стимулює впровадження екологічних практик у повсякденне життя, включно з економним використанням ресурсів, вибором екологічно безпечних товарів та мінімізацією відходів. Сучасні екологічні ініціативи відзначаються високим рівнем інноваційності та адаптивності до нових викликів. Громади впроваджують передові технологічні рішення для очищення води, енергоефективного будівництва та компостування, що зменшує тиск на сміттєзвалища та покращує екологічну ситуацію. Крім того, такі екологічні заходи часто стають платформою для міжнародного співробітництва та обміну досвідом. Співпраця з партнерами з інших країн дозволяє запозичувати найкращі практики та інноваційні підходи, підвищуючи ефективність місцевих ініціатив і сприяючи формуванню глобальної екологічної спільноти. Таким чином,

екологічні ініціативи виступають ключовим чинником у розвитку екологічної свідомості, сприяючи створенню більш здорового, стійкого та екологічно збалансованого середовища. Внесок кожного члена суспільства у такі проєкти – це суттєвий внесок у глобальні зусилля зі збереження планети для наступних поколінь.

UDC 502.1:159.923.2-053.6

STRATEGIES AND EFFECTIVENESS OF SOCIAL MEDIA INFLUENCE ON THE FORMATION OF ENVIRONMENTAL CONSCIOUSNESS IN UKRAINE

**Professor Khrutba V. (National Transport University),
professor Balykin I. (Universität Mannheim, Mannheim, Germany),
student Suprun I. (National Transport University)**

The current state of the environment in Ukraine, burdened by the consequences of military actions and ecocide, requires the search for innovative mechanisms for transforming public consciousness. Traditional methods of environmental education are gradually giving way to digital communications. Social media (Facebook, Instagram, TikTok, Telegram) have become key platforms where the value orientations of youth are formed, which necessitates a scientific analysis of the strategies of their influence on environmental behavior.

The aim of the work is to determine the most effective strategies and methods of social media influence on the formation of environmental consciousness and to develop recommendations for their optimization.

In the course of the study, it was established that environmental consciousness in the digital environment is formed through a system of cognitive, emotional, and behavioral factors. Social networks allow for the implementation of the concept of informal environmental education, where the user is not just a consumer of content but becomes an active participant in the eco-community.

The author identified three dominant strategies of eco-content influence:

1. Information and Educational: Aimed at overcoming the lack of knowledge about environmental risks and ways to minimize them (e.g., waste sorting algorithms).
2. Mobilization: Activates public participation through the organization of network flash mobs, volunteer clean-ups (tolokas), and crowdfunding projects for the restoration of natural sites.
3. Emotional and Value-oriented: Based on the activities of opinion leaders (influencers) who broadcast an "ecological lifestyle" as part of their personal image, which evokes a high level of trust among teenagers and young people.

As part of the study, a sociological survey (108 respondents) was conducted, the results of which showed that 68% of respondents began to implement eco-habits (refusal of single-use plastic, water saving) specifically after viewing content on Instagram and TikTok. The key indicator of content success was determined to be the Engagement Rate, which is highest for video formats (Reels) that demonstrate real cases of environmental restoration.

An important aspect of the study is the identification of "greenwashing" (environmental manipulation) risks in social networks. To counter this, a mechanism for information verification is proposed through the involvement of scientific institutions and nature reserve fund (NRF) institutions in active communication in the media space.

The effectiveness of forming environmental consciousness through social media directly depends on the interactivity and visualization of content. The most promising direction is the gamification of eco-initiatives and the creation of digital platforms (like PARCUR) that unite the veteran community, youth, and ecologists around joint restoration projects. State support for eco-blogging and the development of national park social media pages will allow for scaling the positive impact on environmental culture across the country.

УДК 37:502/504:330

**МІЖДИСЦИПЛІНАРНИЙ ПІДХІД ДО ФОРМУВАННЯ
КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ
В ОСВІТІ ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ**

**Доцент Ігнатюк В.В., доцент Цюман Є.С.
(Національний транспортний університет)**

У сучасних умовах переходу до принципів сталого розвитку посилюється необхідність підготовки спеціалістів, які вміють результативно інтегрувати економічні й екологічні складові в управлінські процеси. Це зумовлює необхідність трансформації освітніх підходів із орієнтацією на формування комплексних компетентностей у сфері еколого-економічного менеджменту.

Традиційна система підготовки кадрів часто не забезпечує цілісного розуміння взаємозв'язків між економічними процесами та їх екологічними наслідками. У результаті формується фрагментарне сприйняття принципів сталого розвитку, що ускладнює їх ефективне практичне застосування. У центрі уваги — обґрунтування міждисциплінарного підходу до формування професійних компетентностей у сфері еколого-економічного менеджменту в умовах освіти для сталого розвитку. Методологічним підґрунтям є системний підхід, що дозволяє трактувати освітній процес як інтегровану сукупність взаємопов'язаних елементів.

Ефективна підготовка фахівців передбачає інтеграцію знань з менеджменту, екології, економіки та інформаційних технологій. Особливо важливим є розвиток умінь аналізувати екологічні ризики, оцінювати вплив господарської діяльності на довкілля і ухвалювати управлінські рішення з урахуванням комплексного підходу.

Суттєву роль відіграє використання сучасних інструментів екологічного моніторингу та цифрових технологій, які дозволяють моделювати управлінські ситуації та підвищують практичну спрямованість навчання. Це сприяє розвитку системного мислення та формуванню здатності до комплексного аналізу.

Впровадження міждисциплінарних освітніх програм забезпечує поєднання теоретичних знань із практичними навичками та формує цілісне бачення еколого-економічних процесів. Важливим напрямом є розвиток проєктного навчання, що передбачає виконання практичних кейсів, пов'язаних із вирішенням реальних екологічних проблем. Залучення здобувачів освіти до процесів аналізу сучасних екологічних викликів, зокрема у сфері ресурсозбереження та енергоефективності, сприяє формуванню відповідального ставлення до довкілля. Крім того, використання цифрових платформ розширює доступ до актуальної інформації та підвищує якість освітнього процесу.

Суттєвим чинником є також формування навичок критичного мислення та вміння оцінювати екологічні наслідки управлінських рішень. Це сприяє тому, що майбутні спеціалісти можуть діяти більш результативно за умов невизначеності та стрімких змін у зовнішньому середовищі.

Отже, розвиток освіти для сталого розвитку на засадах системного та міждисциплінарного підходів створює передумови для підготовки фахівців відповідної кваліфікації, здатних ефективно реагувати на сучасні екологічні виклики, приймати оптимальні рішення та забезпечувати збалансований розвиток.

УДК 37.033:502.131.1

ІНТЕГРАЦІЯ ПРИНЦИПІВ СТАЛОГО РОЗВИТКУ В ОСВІТНІ ПРОГРАМИ

Доцент Сорочинська О.Л.

**(Національний транспортний університет,
Навчально-науковий Київський інститут залізничного транспорту)**

Загострення екологічних, соціальних та економічних проблем сучасності зумовлює необхідність оновлення підходів до формування змісту освіти. Стає очевидним, що підготовка фахівців не може обмежуватися передачею суто професійних знань і навичок без урахування екологічних наслідків майбутньої діяльності. Освітні програми мають орієнтуватися на формування цілісного світогляду, у межах якого принципи сталого розвитку розглядаються як невід'ємна складова професійної компетентності.

Інтеграція цих принципів передбачає перегляд структури навчальних дисциплін та наповнення їх змісту питаннями раціонального природокористування, енергоефективності, ресурсозбереження та екологічної безпеки. Важливим є не виокремлення сталого розвитку в межах окремого курсу, а його органічне включення до різних освітніх компонентів. Такий підхід дозволяє студентам усвідомлювати взаємозв'язок між фаховою діяльністю, станом довкілля та якістю життя суспільства.

Особливої значущості набуває міждисциплінарність, коли екологічні аспекти поєднуються з технічними, економічними та соціальними питаннями. У процесі навчання доцільно використовувати аналіз реальних ситуацій, пов'язаних із впливом виробничої діяльності на навколишнє середовище, виконання

проектних робіт, розрахункових завдань і моделювання можливих екологічних наслідків прийнятих рішень. Це сприяє формуванню навичок системного мислення та відповідального підходу до професійної практики.

Використання сучасних інформаційних технологій, геоінформаційних систем, цифрових платформ для екологічного аналізу дозволяє підвищити наочність навчального процесу і наблизити його до реальних умов майбутньої діяльності. Практико-орієнтоване навчання створює умови для усвідомлення того, що принципи сталого розвитку мають прикладне значення і можуть бути реалізовані в конкретних виробничих та управлінських рішеннях.

Не менш важливим є формування екологічної культури здобувачів освіти, яка проявляється у відповідальному ставленні до використання природних ресурсів, готовності до впровадження екологічно безпечних технологій та розумінні глобальних викликів, пов'язаних зі зміною клімату й деградацією довкілля. Освітній процес у такому контексті стає середовищем формування ціннісних орієнтацій, що визначатимуть подальшу професійну поведінку майбутніх фахівців.

Упровадження принципів сталого розвитку в освітні програми сприяє підготовці спеціалістів, здатних приймати обґрунтовані рішення з урахуванням екологічних, економічних і соціальних наслідків. Це створює передумови для формування професійної спільноти, орієнтованої на забезпечення екологічно збалансованого розвитку суспільства.

УДК 378.01:502.131.1

ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ ДЛЯ «ЗЕЛЕНОЇ ЕКОНОМІКИ» ЯК ПРІОРИТЕТ СТРАТЕГІЧНОГО ВІДРОДЖЕННЯ УКРАЇНИ

Доцент Коломієць С.В.

(Національний транспортний університет)

Екологічна освіта в сучасному світі розглядається не лише як окремий напрям педагогіки, а й як системоутворюючий фактор, що безпосередньо впливає на майбутнє розвитку будь-якої країни. Особливого значення вона набуває в умовах воєнного стану в Україні, коли екологічна безпека та вичерпність енергетичних ресурсів стають викликами глобального масштабу. Україна постає перед необхідністю не просто механічної відбудови інфраструктури, а побудови нової моделі сталого розвитку, що потребує нової ідеології відносин між людиною і природою. Фундаментальною передумовою такого відновлення є підготовка фахівців нової формації, здатних впроваджувати принципи «зеленої економіки» та Європейського зеленого курсу. Повоєнне відродження потребує професіоналів, які володіють сучасними знаннями в галузі відновлюваної енергетики, циркулярної економіки, управління відходами та екологічного будівництва. Модернізація професійної та вищої освіти передбачає інтеграцію принципів сталого розвитку в усі ланки освітнього процесу — від змісту навчальних дисциплін до практичної діяльності в екологізованому освітньому середовищі. Ефективне формування екологічної компетентності фахівців

забезпечується впровадженням інноваційних підходів: міждисциплінарності, проблемно-орієнтованого навчання та проєктної діяльності. Використання цифрових технологій, зокрема штучного інтелекту для аналізу великих даних, віртуальних лабораторій та ГІС-технологій для екомоніторингу, дозволяє здобувачам освіти моделювати складні процеси та приймати обґрунтовані рішення. Особливу роль відіграє робота з практичними кейсами, такими, як «Екопростір України майбутнього», що стимулюють розвиток системного мислення та дослідницьких навичок через вирішення реальних екологічних проблем громад. Екологічна освіта стає ядром системи відновлення, інтегруючи наукові, етичні та економічні аспекти для підвищення рівня демократії та згуртованості суспільства. Вона виступає інструментом не лише економічного зростання, а й психологічної реабілітації населення. Підготовка кадрів для «зеленої економіки» є стратегічною інвестицією, що забезпечує перехід України до якісно нового рівня розвитку в гармонії з довкіллям та інтеграцію держави у європейський простір.

Перспективи подальших досліджень полягають у детальному опрацюванні методології системної інтеграції штучного інтелекту в екологічну освіту з обов'язковим дотриманням етичних та правових норм. Важливим науковим вектором є розроблення адаптивних регіональних моделей проєктної діяльності, що враховуватимуть специфіку екологічних збитків, завданих воєнними діями конкретним територіям України.

УДК 378.016:502/504:17.022.1

***ОСВІТНІЙ КОМПОНЕНТ «ВСТУП ДО СПЕЦІАЛЬНОСТІ» ЯК
ПЛАТФОРМА ДЛЯ ФОРМУВАННЯ СТАЛОГО СВІТОГЛЯДУ ЕКОЛОГА***

**Доцент Шевченко В.Г., доцент Кобзиста О.П.
(Національний транспортний університет)**

Важливим етапом становлення майбутнього еколога під час навчання на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти є вивчення освітнього компонента «Вступ до спеціальності», який формує професійну ідентичність, базові знання та орієнтацію на вирішення екологічних проблем у контексті сталого розвитку. За час освоєння дисципліни «Вступ до спеціальності» відбувається знайомство студентів з професійною сферою, важливою місією фахівців-екологів, підкреслюючи їхню відповідальність у вирішенні сучасних екологічних проблем. Здобувачі мають можливість усвідомити, що ринок праці для фахівців з охорони навколишнього середовища швидко розширюється та диверсифікується.

Кваліфіковані спеціалісти в цій сфері більше не обмежуються традиційними ролями в природоохоронних органах. Вони затребувані в широкому спектрі секторів, де сталий розвиток став стратегічним пріоритетом. У державному секторі фахівці з охорони навколишнього середовища є важливими для розробки та впровадження екологічної політики, контролю за дотриманням екологічного законодавства та забезпечення відповідності національних стратегій

міжнародним зобов'язанням щодо сталого розвитку. Все частіше виникає потреба в експертах, які можуть інтегрувати екологічні міркування в економічне планування, міський розвиток, енергетичну політику, в діяльність транспортно-дорожньої інфраструктури та логістичні рішення.

Попит на фахівців з екології значно зріс, оскільки підприємства мають дотримуватись екологічних норм та мають потребу в сталому управлінні ресурсами. Компанії в таких галузях, як енергетика, будівництво, транспорт, сільське господарство та виробництво, шукають фахівців з оцінки впливу на навколишнє середовище, управління відходами, аналізу кліматичних ризиків та корпоративної стійкості. Зростання стандартів ESG (екологічних, соціальних та управлінських) ще більше збільшило потребу у фахівцях, які можуть вимірювати, звітувати та покращувати екологічні показники. Ринок праці також формується переходом до «зеленої економіки», де з'являються нові професії та ролі. До них належать менеджери зі сталого розвитку, екологічні аудитори, аналітики кліматичної політики, консультанти з відновлюваної енергії та експерти з практик циркулярної економіки. Міжнародні організації, дослідницькі установи та неурядові організації активно наймають експертів-екологів для роботи над глобальними та регіональними ініціативами сталого розвитку.

Здобувачам під час вивчення дисципліни «Вступ до спеціальності» дають можливість зрозуміти, що роботодавці все частіше очікують, що фахівці з охорони навколишнього середовища володітимуть не лише міцними екологічними знаннями, але й міждисциплінарними компетенціями, включаючи системне мислення, аналіз даних, управління проектами та комунікативні навички.

УДК 373.5.016:57:502.131.1.

**ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СВІТОГЛЯДУ СТАРШОКЛАСНИКІВ
ЧЕРЕЗ ДІЯЛЬНІСНИЙ ПІДХІД У ВИВЧЕННІ БІОЛОГІЇ**

**Доцент, вчитель біології Лагутенко О.Т. (Ліцей «Троєщина»),
старший викладач Орлова О.М.**

**(Фаховий коледж інженерії, управління та землевпорядкування
Державного некомерційного підприємства Державний Університет
«Київський авіаційний інститут»),
доцент Шевченко В.Г. (Національний транспортний університет)**

Аналіз типових навчальних програм для старшої школи крізь призму сталого розвитку свідчить про глибоку трансформацію змісту освіти, спрямовану на формування відповідального громадянина. Діяльнісний підхід до навчання є ефективним інструментом для організації освітнього процесу, який реалізує принцип зв'язку навчання з життям та формує активну й ініціативну позицію учнів. Основою діяльнісного підходу є створення ситуацій, де учні самостійно досліджують, аналізують, вирішують проблеми та застосовують теоретичні знання.

Для реалізації діяльнісного підходу в курсі «Біологія та екологія» в 11 класі у темі «Сталий розвиток та раціональне природокористування» пропонуємо учням дві практичні роботи: «Фактори довкілля та екологічні проблеми людства» й «Дослідження екологічного сліду».

Людське суспільство часто сприймає ресурси (деревину, електроенергію, технічні прилади) як обов'язкову умову життя, в той час як вони слугують для забезпечення особистісного комфорту. Наслідками бездумного споживання ресурсів є виснаження запасів біосфери, а також накопичення сміття та відходів, що спричиняють ряд екологічних проблем, серед яких зміна клімату, забруднення атмосфери та океанів, виснаження ресурсів, деградація ґрунтів і втрата біорізноманіття.

Метою роботи «Фактори довкілля та екологічні проблеми людства» є засвоєння понять «умови існування» та «ресурси» та опанування вміння розрізняти їх. Під час виконання практичної роботи учні працюють в групах. Кожній групі вчителем видається набір карток із зазначеними на них назвами екологічних факторів, які оточують людину та впливають на її життєдіяльність. Приклади факторів на картках: хліб, одяг, мобільний телефон, телевізор, меблі, дім, любов, рослини, тварини, вода, повітря, машина, велосипед, електроенергія, тепло тощо. Кожна група розподіляє надані вчителем картки на дві категорії: фактори, які необхідні для життя; фактори, що є необов'язковими для життя, однак вам хотілося б їх мати. У межах кожної групи учасники обговорюють свої «потреби» та «бажання», що часто призводить до значного різноманіття думок. Також учням пропонується розглянути ситуації, коли потреби чи бажання однієї людини можуть лімітувати умови і ресурси для іншої людини та створювати забруднення навколишнього середовища.

Метою роботи «Дослідження екологічного сліду» є засвоєння поняття про екологічний слід та біопотенціал, оволодіння методикою оцінювання власного екологічного сліду та особистого внеску в екологічний слід планети. Учні виконують індивідуальні завдання у вигляді анкетування, за допомогою якого може бути підрахований ступінь впливу на навколишнє середовище відносно конкретної людини. Пропонується декілька анкет стосовно житла, використання енергії, режиму харчування, споживання водних ресурсів та паперу, поводження з побутовими відходами. Учні мають усвідомити, яка сфера життя їхнього вносить найбільший внесок у величину сліду, та розглянути варіанти зміни способу життя для зменшення впливу на довкілля.

**THE SPECIFICS OF STUDYING AT EBERSWALDE UNIVERSITY FOR
SUSTAINABLE DEVELOPMENT**

Student Lototska M.Y.

**(National Transport University,
Eberswalde Sustainable Development University)**

Studying as an international exchange student is, at the very least, shaped by the unique aspects of host country. However, there is also a big difference between studying in Ukraine and in Germany (using the example of study program “International Forest Ecosystem Management” at Eberswalde University for Sustainable Development).

The main difference is that lessons are more interactive. Every professor is free to give lectures in the form that they think is the most suitable for their topic. It can be a basic lecture with a question-and-answer session at the end, or giving small inputs to students and continuing it with exchange of thoughts, or giving small tasks for individuals or groups, results of which they will have to discuss later. That way students actively engage in discussions and show their own interest in the discipline, which helps them with understanding new material.

Professors often invite their colleagues to talk about practical cases in their countries. Thereby, students can get international knowledge, for example, from different parts of Germany, Ukraine, Australia, Brazil, Peru, Switzerland, Great Britain, etc.

Students are also encouraged to do teamwork in many ways. Sometimes even the exams are taken this way, for example, by writing a group report about their small project within the course or by making a joint presentation. In the end, students get one grade for a whole group. It enhances the sense of responsibility, improves the understanding and productivity through the expression of different opinions and experiences, and develops soft and team skills. It also aids time management and fosters creativity.

Participating in various excursions is an important part of studying, too. One major advantage is that Eberswalde is located in the middle of a forest. This means that many professors, especially of forestry and ecology, take their students into the forest during lectures. Sometimes the excursions may have further destination, for example, Independent Institute of Environmental Issues in Berlin, BaumEntscheid in Berlin, and Spreewald Biosphere Reserve, etc.

During the block weeks, which usually occur in the middle or at the end of the semester, students have an opportunity to elect various modules or go on an excursion for 1-2 weeks. In addition to gaining new knowledge during the modules, students can reinforce it later by preparing a report or presentation for an examination.

Bachelor’s degree studies also have a special feature, that students must complete an internship. It lasts from 3 to 6 months, depending on the study program. Additionally, students from the “International Forest Ecosystem Management” program take an internship abroad, which corresponds to their study program name.

In conclusion, there is a clear difference in approaches to studying process. It has its own pros and cons, however, most importantly, the diversity during lessons motivates students to learn and helps not to lose interest during semesters.

UDC 504:001.9

THE PLACE OF THE ENVIRONMENT IN THE ONE HEALTH APPROACH

**Head of international training unit Deputy head of international Department
Brioude V.**

**(National School of Veterinary Servicer – France Veterinary International,
Lyon, France),**

graduate student Hlukhonets Y. (National Transport University)

The goal of integrating the environment into the One Health approach is to protect and restore biodiversity, prevent ecosystem and environmental degradation, and collectively support the health of human, animals, plants, and ecosystems, which underpin sustainable development.

One tool is to protect, restore, and prevent the degradation of ecosystems and the environment.

Protecting the environment through:

- 1) deepening understanding of the health risks posed by environmental degradation;
- 2) strengthening partnerships among stakeholders;
- 3) policies, legislation and practices that support environmental protection, both at the international, regional and national levels.

Examples of such activities are:

- 1) identifying and quantifying the main anthropogenic drivers of environmental degradation
- 2) promoting sustainable, climate-smart agroecological approaches to agriculture, aquaculture, livestock and non-timber forest products
- 3) integrating the One Health approach into national environment-related strategies and action plans
- 4) promoting the sound management of chemicals and waste, pollution prevention, reduction and control, waste management and recycling.

It is also worth considering the integration of environmental knowledge, data and evidence into decision-making processes based on the One Health approach.

Data and evidence from the sector are integrated into decision-making processes for environmental protection, sustainable development and reducing threats to public health.

Examples of such activities are:

- 1) demonstrate interoperability between databases and information systems in the fields of public health, animal diseases and the environment;
- 2) establish partnerships with universities and research centers to fill knowledge gaps and monitor the impact of the environment on health;
- 3) involve citizens at large, including amateur volunteers, in scientific research and data collection for environmental monitoring to inform action.

From the above, we can conclude that the One Health approach requires an environmental component to find new joint and creative solutions to such challenges as biodiversity loss, diseases of humans and animals related to the environment, climate change, urbanization and the place of nature in it, and finding ways to unite, communicate, and monitor at an intersectoral and scientific level.

УДК 37.033:502.131.1:006.83

***ІНТЕГРАЦІЯ ПРИНЦИПІВ СТАЛОГО РОЗВИТКУ В ЕКОЛОГІЧНУ
ОСВІТУ ЧЕРЕЗ ВПРОВАДЖЕННЯ СТАНДАРТУ «ЗЕЛЕНИЙ КЛАС»***

**Доцент Кобзиста О.П., студентка Оводенко Є.В.
(Національний транспортний університет)**

Наскрізна екологічна освіта є одним із пріоритетних напрямів модернізації сучасної освітньої системи, орієнтованої на досягнення цілей сталого розвитку. Її ключовою особливістю є поєднання теоретичних знань із практичною діяльністю, що забезпечує формування екологічної компетентності здобувачів освіти та сприяє підвищенню екологічної ефективності функціонування навчальних закладів.

Сучасні заклади освіти виступають не лише осередками передачі знань, але й платформами для впровадження екологічно відповідальних практик. Раціональне використання енергетичних і водних ресурсів, впровадження систем роздільного збирання твердих побутових відходів, належне поводження з небезпечними відходами, а також реалізація принципів сталих закупівель сприяють зменшенню антропогенного навантаження на довкілля та формуванню екологічно безпечного освітнього середовища.

Обравши шлях екологізації навчально-виховного процесу в поєднанні з енергозберігаючою та ресурсоефективною системою управління і впровадивши екологічний стандарт «Зелений клас», кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища Національного транспортного університету першою в Україні (серед навчальних закладів) отримала сертифікат, який підтверджує, відповідність вимогам СОУ OEM 08.002.37.078:2013 Освітні послуги «Зелений клас». Екологічні критерії життєвого циклу, що розроблені згідно стандарту ДСТУ ISO 14024:2002 (ISO 14024:1999, IDT). У 2025 році кафедра пройшла перевірку та отримала підтвердження відповідності вимогам СОУ OEM 08.37.078:2020 Зелений клас. Екологічні критерії та метод оцінювання життєвого циклу, що розроблені у відповідності до міжнародного стандарту ISO 14024:2018, IDT (ДСТУ ISO 14024:2018).

Впровадження стандарту «Зелений клас» є універсальним та доступним для закладів різних рівнів освіти – від дошкільних до закладів вищої освіти. Об'єктом сертифікації можуть виступати як окремі структурні підрозділи (аудиторії, класи, кафедри), так і заклад у цілому. Процедура оцінювання відповідності здійснюється за принципами екологічного маркування відповідно до міжнародних стандартів, що забезпечує об'єктивність та прозорість оцінки.

Важливим аспектом є те, що впровадження «Зеленого класу» сприяє не лише зниженню ресурсоспоживання та витрат, але й формуванню практичних навичок екологічно відповідальної поведінки. Це дозволяє підготувати фахівців, здатних впроваджувати принципи сталого розвитку у професійній діяльності та повсякденному житті.

Таким чином, інтеграція стандарту «Зелений клас» у систему екологічної освіти є ефективним інструментом підвищення екологічної культури, зниження негативного впливу освітніх закладів на довкілля та забезпечення сталого розвитку суспільства.

УДК: 37.013:502/504

***THE ROLE OF STEM EDUCATION IN SHAPING ENVIRONMENTAL
AWARENESS AMONG YOUNG LEARNERS IN THE CONTEXT OF
SUSTAINABLE DEVELOPMENT***

**Associate professor Tsiuman Ye.S., associate professor Lysak R.S.,
student Tsiuman S.M.
(National Transport University)**

In the face of escalating global environmental challenges - including climate change, natural resource degradation, and increasing anthropogenic pressure - the development of environmental awareness has become a systemic necessity. For Ukraine, an additional destabilizing factor is the impact of military actions, which have caused large-scale environmental damage, including the contamination of soil, water resources, and air quality. This situation underscores the urgent need to prepare a professionally oriented and environmentally responsible younger generation.

In this regard, education for sustainable development is a vital component of the modern educational paradigm, aimed at fostering systems thinking, environmental culture, and the ability to make effective managerial and technological decisions. STEM education serves as a key instrument for achieving these objectives by ensuring the interdisciplinary integration of knowledge in the fields of science, technology, engineering, and mathematics. Engaging young learners in technical creativity - particularly through activities related to the modeling of technical systems (such as automotive modeling) - contributes to the development of engineering thinking while simultaneously providing a foundation for understanding the environmental aspects of modern technologies. The practice-oriented nature of such activities enables the effective integration of knowledge related to energy efficiency, renewable energy sources, and principles of environmental safety into the process of solving applied problems. Project-based learning plays a crucial role, as it allows learners to design and test models of environmentally oriented technical solutions, particularly in the fields of transport, energy conservation, and environmental monitoring. This approach contributes not only to the development of subject-specific competencies but also to the enhancement of critical thinking, innovative potential, and environmental responsibility. An analysis of the potential of the STEM-oriented approach in shaping environmental culture demonstrates its high effectiveness in preparing young learners

to address contemporary environmental challenges. Among its strengths are interdisciplinarity, a focus on the practical application of knowledge, and the development of engineering competencies and innovative thinking. Weaknesses include limited resource provision and unequal access to modern material and technical infrastructure. Opportunities involve integration with international educational initiatives, the advancement of digital technologies, and the adaptation of European approaches to environmental education. Threats include socio-economic challenges, particularly the consequences of martial law, which affect the stability of the educational process and access to innovative resources. In conclusion, the implementation of STEM education as a tool for shaping environmental awareness among young learners is an essential prerequisite for ensuring sustainable development. Emphasizing interdisciplinarity, practical orientation, and innovation within the educational process contributes to the training of future professionals capable of effectively responding to environmental challenges and actively participating in the recovery and sustainable development of Ukraine.

УДК 502:378

**АКАДЕМІЧНА МОБІЛЬНІСТЬ ЯК ІНСТРУМЕНТИ ФОРМУВАННЯ
КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ФАХІВЦІВ У СФЕРІ ЗАХИСТУ
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

**Доцент Лисак Р.С., студентка Костенко А.В.
(Національний транспортний університет)**

Підготовка фахівців у сфері захисту навколишнього середовища вимагає не лише опанування теоретичних знань, а й набуття практичного досвіду вирішення реальних екологічних проблем. Академічна мобільність, участь у міжнародних конференціях і школах та стажування у провідних наукових і природоохоронних установах є ключовими інструментами формування компетентностей майбутніх фахівців. В умовах глобальних екологічних викликів жодна країна не може вирішувати ці проблеми ізольовано. Саме тому міжнародний вимір освіти набуває стратегічного значення, забезпечуючи трансфер знань, технологій і кращих практик.

Для студентів, освітні програми яких пов'язані із захистом навколишнього середовища, участь у програмах академічної мобільності відкриває доступ до унікальних природних об'єктів, сучасних лабораторій та передових методик екологічного моніторингу. До переваг академічної мобільності можна віднести: детальне ознайомлення з міжнародними стандартами; опанування сучасних методів польових досліджень, ГІС-технологій та цифрового моніторингу довкілля; участь у міжнародних проєктах з відновлення екосистем; формування міжкультурної компетентності; розширення професійної мережі контактів.

Здобувачі освіти Національного транспортного університету неодноразово ставали учасниками програм академічної мобільності, весняних і літніх шкіл, міжнародних конференцій, що проводилися у європейських закладах вищої освіти. Прикладами поглиблення знань і закріплення практичних навичок у

напрямку вирішення екологічних проблем та захисту навколишнього середовища є: навчання здобувачів освіти спеціальностей «Екологія» та «Технології захисту навколишнього середовища» в Університеті сталого розвитку м. Еберсвальде (Німеччина) протягом одного або двох семестрів; участь у весняних школах за курсами «Сталі шляхи та управління ризиками під час кризових ситуацій» (Технічний університет м. Ліберець, Чеська Республіка) та «Стратегічне адаптивне управління для сталої реконструкції та відновлення» (Вільнюський технічний університет імені Гедимінаса, Литва), а також літньої школи за курсом «Сталі бізнес-моделі» (Жешувська політехніка імені Ігнація Лукасевича, Польща) і літньому таборі та міжнародній науково-практичній конференції «Трансформаційні підходи до сталого розвитку: екологічна освіта, наука та природоохоронні практики для відбудови України», які були проведені у рамках міжнародного проекту Transformational Learning Network for Resilience - Enabling Ukrainian higher education to ensure a sustainable and robust reconstruction of (post-war) Ukraine TransLearnN. Участь у цих програмах надає можливість не лише навчатись, а й долучатись до спільного вирішення екологічних проблем та розробки практичних заходів для захисту навколишнього середовища.

УДК 37.033:574:639.3:004:330.341

***ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ В ЕКОЛОГІЧНІЙ ОСВІТІ НА ОСНОВІ
ЦИФРОВОГО РЕСУРСУ «НАВІГАТОР З АКВАФЕРМЕРСТВА»
ЯК ІНСТРУМЕНТУ РОЗВИТКУ АКВАФЕРМЕРСТВА ТА
ВЕТЕРАНСЬКОГО ПІДПРИЄМНИЦТВА***

Професор Вдовенко Н.М.

(Національний університет біоресурсів і природокористування)

Сучасна екологічна освіта потребує оновлення змісту й форм навчання відповідно до викликів часу, серед яких особливе місце посідають необхідність відновлення людського потенціалу, пошук нових моделей самозайнятості, зміцнення продовольчої безпеки та впровадження сталих практик господарювання. У цьому контексті цифровий ресурс сертифікатної програми «Навігатор з аквафермерства» доцільно розглядати як інноваційний інструмент екологічної освіти, який поєднує освітню, прикладну та соціальну функції. Особливість ресурсу полягає в тому, що він орієнтований не лише на передачу знань про сучасні напрями аквафермерства, геліцекультури, комахівництва, вирощування криветок, раків, чорної левинки та риби, а й на формування практичних навичок організації власної справи. Його зміст побудований так, щоб слухачі могли отримати не абстрактні відомості, а чіткий алгоритм дій: від оцінки ринкових можливостей і планування виробничих процесів до розрахунку витрат, пошуку грантової підтримки та прийняття управлінських рішень. Саме це переводить екологічну освіту з площини теоретичного інформування у сферу прикладної підготовки до реальної господарської діяльності.

Інноваційність посилюється цифровим форматом ресурсу. До структури входять інтерактивні блоки, шаблони бізнес-планування, приклади обчислення

собівартості, моделі збуту, відеоматеріали, консультаційні поради щодо реєстрації діяльності, оподаткування, пошуку фінансування та базових правових аспектів започаткування господарства. Особливої уваги заслуговує соціально-реабілітаційний потенціал програми. «Навігатор з аквафермерства» розроблений з урахуванням потреб військовослужбовців і ветеранів, які після повернення до цивільного життя потребують нових професійних орієнтирів, можливостей самореалізації та відновлення внутрішньої стійкості. Практична зайнятість, робота з живими біологічними об'єктами, створення власної справи та поступове розширення господарської діяльності можуть стати важливими чинниками соціальної адаптації, емоційного відновлення та професійної інтеграції. У цьому аспекті ресурс виконує не лише освітню, а й суспільно важливу функцію. Водночас аквафермерство як напрям підприємницької діяльності має виражений екологічний потенціал, оскільки пов'язане з розвитком безвідходних технологій, раціональним використанням ресурсів, формуванням екологічно безпечної продукції та впровадженням сучасних агротехнологічних рішень.

УДК 502.12:004.9:37.033

ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ В ЕКОЛОГО-ПРОСВІТНИЦЬКІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

**Начальник відділу інформаційно-просвітницької роботи
Мельничук-Володькіна В.В. (Чорнобильський радіаційно-екологічний
біосферний заповідник),
в.о.начальника відділу еколого-освітньої роботи
Хара С.М. (Національний природний парк «Голосіївський»),
доцент Лисак Р.С. (Національний транспортний університет)**

Сучасний світ трансформував екологічну освіту із вузькоспеціалізованої галузі у невід'ємну складову загальної культури людини та суспільства. Зростання антропогенного навантаження на довкілля, зміна клімату та скорочення біорізноманіття свідчать про те, що окрім технічних рішень необхідна глибока зміна світогляду, цінностей і повсякденної поведінки людей.

Центральною категорією цього процесу є екологічна свідомість, яка є усвідомленням людиною своєї відповідальності перед природою та розуміння наслідків власних дій для довкілля. Її формування є тривалим і багатогранним процесом, що охоплює виховання, освіту, особистий досвід взаємодії з природою та вплив суспільного середовища. На основі екологічної свідомості вибудовується стійка система цінностей і звичок, що визначає відповідальне ставлення до навколишнього середовища у щоденному житті – екологічна культура.

Однак формування такої свідомості та культури неможливе без ефективних інструментів передачі знань і цінностей. Ця проблема вирішується завдяки можливостям інформаційних технологій, які кардинально змінили освітній простір не лише у теоретичній, але і у практичній формі. Цифрові навчальні платформи, мобільні застосунки, інтерактивні мапи, соціальні мережі та

інструменти доповненої реальності розширюють межі екологічної освіти через доступність, наочність, візуальну, чуттєву та емоційну наповненість. Роль інформаційних технологій у формуванні екологічної свідомості й культури важко переоцінити, адже в еру цифрового суспільства важливо доносити екологічні знання і цінності сучасним і ефективним способом.

Здійснюючи еколого-просвітницьку діяльність, співробітники установ природно-заповідного фонду шукають способи ефективної комунікації з аудиторією. При цьому враховується вікова структура аудиторії, інтереси, територіальна зосередженість, культурні цінності тощо. Якщо з категорією школярів спілкування відбувається у межах навчального процесу, на території закладів освіти або в онлайн-форматі, то при роботі з дорослим населенням характеризується різноплановістю територіального розміщення, неспівпадінням графіків, вимагає роботи із великою кількістю малочисельних груп, оскільки організація роботи з великими групами потребує тривалих узгоджень. Це збільшує витрати часу, ресурсів і сил працівників установ ПЗФ.

Серед ефективних шляхів комунікації із узгодженням інтересів усіх сторін є використання онлайн-платформ для передачі необхідної інформації у вигляді розроблених освітніх курсів, які доступні у режимі 24/7; формування тематичних груп у месенджерах, організація онлайн-зустрічей і відеоконференцій, запис і розповсюдження подкастів на професійну тематику. Прикладом такої взаємодії є участь у проєктах розробки освітніх курсів фахів установ ПЗФ спільно із викладачами закладів вищої освіти; залучення здобувачів освіти до екологічно-просвітницької діяльності установ ПЗФ під час практики чи стажування; розробка мультимедійного контенту для розміщення на доступних ресурсах.

УДК 378.091:504:62.001.7

**КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ
КОМПЕТЕНТНОСТІ БАКАЛАВРІВ ТЕХНІЧНОГО ПРОФІЛЮ В УМОВАХ
СТАЛОГО РОЗВИТКУ**

Доцент Крюковська Л.І.

(Національний транспортний університет)

В сучасних умовах стрімкого глобального розвитку стратегія сталого розвитку вимагає зміни підходів до підготовки інженерних кадрів. Основна концепція сучасної технічної освіти є формування екологічної компетентності, яка дозволяє фахівцю інтегрувати природоохоронні принципи у професійну діяльність. Для бакалаврів зі спеціальності G2 «Технології захисту навколишнього середовища» – це реалізується через вивчення фахових дисциплін «Екологічна безпека» та «Оцінка впливу на довкілля» (ОВД), які формують системне бачення безпеки взаємодії суспільства і природи на всіх ієрархічних рівнях.

Компетентнісний підхід закладений у галузевий стандарт спеціальності, який орієнтує освітній процес на формування здатності розв'язувати складні спеціалізовані задачі для подальшої розробки заходів із захисту навколишнього

середовища. У межах цієї концепції дисципліна «Екологічна безпека» забезпечує фундаментальне розуміння закономірностей виникнення небезпек та механізмів управління ними. Водночас ОВД поєднує компетенції та програмні результати з напрямів: екологічного права, інженерії та менеджменту. Такий підхід дозволяє майбутнім бакалаврам технічного профілю набути практичних вмінь щодо превентивного управління ризиками ще на стадії проектування об'єктів –це є ключовою умовою сталого розвитку та забезпечення прав громадян на безпечне навколишнє середовище.

Завданнями професійної екологічної підготовки фахівців передбачено розвиток умінь використовувати наукові методи та інформаційні технології для прогнозування стану природного середовища. Міждисциплінарний зв'язок проявляється у використанні методу аналізу ієрархій та цифрового моделювання при оцінюванні впливу об'єктів транспортної інфраструктури, а зокрема автомобільних доріг та мостових переходів. Практико-орієнтована модель навчання, спрямована на досягнення цілей сталого розвитку, а також фокусується на розробці технологічних рішень для мінімізації антропогенного навантаження, зокрема через утилізацію промислових відходів у складі композиційних матеріалів.

Отже, концептуалізація фахової підготовки через поєднання теоретичного базису екологічної безпеки та прикладного інструментарію ОВД дозволяє сформулювати у бакалаврів цілісну систему професійних цінностей. Це забезпечує готовність майбутніх фахівців до розв'язання складних інженерних задач у повній відповідності до національних стандартів та міжнародних екологічних стратегій, які є ключовим індикатором якості вищої технічної освіти в умовах глобалізації.

СЕКЦІЯ 5

ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ

UDK 629.113

USPRAWNIENIE FLOTY TRANSPORTU PUBLICZNEGO POD KĄTEM ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU

**Profesor Mateichyk V., asystent Mosciszewski J., student Piziorski W.
(Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska)**

Usprawnienie floty transportu publicznego w zakresie zrównoważonego rozwoju miejskiego to proces wymiany taboru autobusów spalinowych na autobusy nisko- i zeroemisyjne. Finansowanie tego procesu zależy od wyniku kontroli przedstawionego przez przedsiębiorstwo wniosku o dofinansowanie, które może wynieść aż do 85% kosztów kupna nisko- bądź zeroemisyjnego autobusu.

Kompletny wniosek o dofinansowanie powinien zawierać politykę środowiskową, cele, zadania oraz program środowiskowy przedsiębiorstwa. Kluczowy jest również wykaz dowodów potwierdzający zgodność z celami zasady DNSH (Do No Significant Harm). Przygotowanie takiej dokumentacji wymaga identyfikacji aspektów środowiskowych, obliczenie zmiany masowych emisji szkodliwych substancji oraz analizy kosztów społeczno-ekonomicznych. Pozwala to na wykazanie obliczonych zmian procentowych na przestrzeni lat. Stanowi to twardy dowód na zgodność z zasadą DNSH oraz realizację celów zrównoważonego rozwoju.

Oceniono wyniki usprawnienia floty wybranego przedsiębiorstwa komunikacyjnego z zamiarem wymiany 25 autobusów z silnikiem Diesla na autobusy zasilane CNG w 2027 roku i wymiany 25 autobusów z silnikiem Diesla na autobusy elektryczne w 2028 roku. Wnioski obliczeń plasują się następująco:

- Spadek zużycia oleju napędowego o 52,52% w 2027 roku ze spadkiem o 100% w 2028 roku;
- Spadek emisji NO_x o 77,76% w 2027 roku ze spadkiem o 79,21% w 2028 roku;
- Spadek emisji PM o 62,69% w 2027 roku ze spadkiem o 81,9% w 2028 roku;
- Spadek emisji CO o 20,77% w 2027 roku ze spadkiem o 61,03% w 2028 roku;
- Spadek emisji CO₂ o 4,98% w 2027 roku ze spadkiem o 19,53% w 2028 roku.

Natomiast spadek kosztów ekonomicznych wynosi w 2027 roku o 11,28%, a w 2028 roku o 19,72%. Wykazane dowody w postaci obliczeń masowych emisji jak i wyników procentowych razem z odpowiednią dokumentacją stanowią fundament pomagający zdobyć dofinansowanie na nowe pojazdy nisko- bądź zeroemisyjne. Podkreślić należy, iż autobusy elektryczne nie wytwarzają zanieczyszczeń podczas pracy to stworzenie energii elektrycznej już tak, co zostało uwzględnione w obliczeniach poprzez zastosowanie odpowiednich wskaźników. W tym przykładzie różnica między 2028 a 2026 rokiem na samych kosztach emisji to 105 957,92 euro, co jest dobrym dowodem ekonomicznym. Całość obliczeń potwierdza, iż odejście od autobusów spalinowych na rzecz autobusów gazowych i elektrycznych jest zgodne z zasadą DNSH oraz z celami zrównoważonego rozwoju. Przyczynia się do realnej poprawy życia i zdrowia mieszkańców.

UDK 330.34

CECHY FINANSOWANIA PROJEKTÓW ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU TRANSPORTU W POLSCE

**Profesor Mateichyk V., student Jakubiec J.
(Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska)**

W obliczu dynamicznych zmian rynkowych, rosnącej presji regulacyjnej i coraz wyższych oczekiwań społecznych w zakresie ochrony środowiska, wdrażanie nowoczesnych i zrównoważonych rozwiązań transportowych staje się niezbędne. Przejście na zrównoważoną mobilność nie jest już jedynie strategią rozwojową, ale staje się kluczowym narzędziem wypełniania zobowiązań wynikających z krajowych i europejskich przepisów środowiskowych. Unia Europejska realizuje strategię mającą na celu dekarbonizację gospodarki i osiągnięcie neutralności klimatycznej do 2050 roku.

Kluczowym elementem tych działań jest Europejski Zielony Ład, który nakreśla długoterminową transformację wszystkich sektorów, w tym transportu. Dekarbonizacja transportu opiera się na redukcji emisji dwutlenku węgla poprzez stopniowe odchodzenie od paliw kopalnych i rozwój technologii nisko- i bezemisyjnych.

Kluczowym kierunkiem polityki Unii Europejskiej jest rozwój zielonej mobilności, obejmujący promocję transportu publicznego, elektromobilności i bardziej zrównoważonych form mobilności miejskiej. Istotna w tym kontekście jest również Strategia na rzecz Zrównoważonej i Inteligentnej Mobilności, której celem jest transformacja transportu w kierunku rozwiązań bardziej efektywnych i przyjaznych dla środowiska. Realizacja projektów związanych z zakupem autobusów niskoemisyjnych jest kosztowna, ale możliwa dzięki wsparciu z funduszy Unii Europejskiej. Celem finansowania jest wsparcie transformacji transportu publicznego zgodnie z polityką klimatyczną Unii Europejskiej. Finansowanie obejmuje pojazdy niskoemisyjne i bezemisyjne, rozwój infrastruktury technicznej oraz modernizację systemów transportowych.

W Polsce kluczową rolę w realizacji tych projektów odgrywa Centrum Unijnych Projektów Transportowych (CUPT), które odpowiada za wdrażanie programów operacyjnych i ocenę wniosków o dofinansowanie. Dzięki tej instytucji zrealizowano liczne projekty związane z zakupem autobusów elektrycznych i gazowych, współfinansowane z programów takich jak Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko (POLiŚ), Krajowy Plan Odbudowy (KPO) oraz Fundusz Europejski Infrastruktura, Klimat i Środowisko (FENIKS).

Ważnym elementem oceny projektów finansowanych przez Unię Europejską jest zasada DNSH („Do Not Significantly Harm”). Jej ideą jest zapewnienie, aby inwestycje nie powodowały znaczących szkód dla środowiska. Zasada ta wynika z polityki klimatycznej Unii Europejskiej oraz przepisów dotyczących taksonomii zrównoważonych inwestycji. Obejmuje ona takie obszary jak ochrona klimatu, gospodarka wodna, ochrona zasobów naturalnych i zapobieganie zanieczyszczeniom. Zgodnie z tą zasadą projekty transportowe muszą wykazać, że inwestycje przyczyniają się do redukcji emisji gazów cieplarnianych i nie mają negatywnego wpływu na inne elementy środowiska.

UDK 330.34

***PORÓWNAWCZA OCENA EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ
AUTOBUSÓW MIEJSKICH***

**Profesor Śmieszek M., student Paslavskyi S.
(Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska)**

Wzrost wymagań dotyczących efektywności energetycznej transportu publicznego powoduje konieczność stosowania metod umożliwiających analizę zużycia energii w rzeczywistych warunkach eksploatacji. Autobusy miejskie funkcjonują w środowisku charakteryzującym się zmiennymi parametrami jazdy, takimi jak częste zatrzymania na przystankach, przyspieszanie, hamowanie oraz zmienne obciążenie pasażerami. Czynniki te mają bezpośredni wpływ na zapotrzebowanie energetyczne pojazdów,

dlatego analiza efektywności energetycznej powinna uwzględniać zarówno wskaźniki średnie, jak i metody pozwalające ocenić dynamiczne warunki ruchu.

Badania przeprowadzono na podstawie danych eksploatacyjnych trzech autobusów komunikacji miejskiej w Rzeszowie: Mercedes-Benz O530 z napędem Diesla, Solaris Urbino 18 z napędem Diesla oraz Autosan Sancity 12LF zasilany sprężonym gazem ziemnym (CNG). Analiza obejmowała dane dotyczące prędkości pojazdów, zużycia paliwa, długości trasy oraz liczby przewożonych pasażerów.

Pierwszym analizowanym wskaźnikiem było zużycie energii na kilometr. Najniższą wartość uzyskał autobus Mercedes-Benz O530 – 13,67 MJ/km. Dla Solaris Urbino 18 wartość wynosiła 17,58 MJ/km, czyli o 28,6% więcej, natomiast dla Autosan Sancity 12LF 20,50 MJ/km, co oznacza wzrost o 49,9% w porównaniu z Mercedes-Benz O530 oraz o 16,6% w stosunku do Solaris Urbino 18.

Wskaźnik zużycia energii na pasażera wskazał najlepszy wynik dla autobusu Solaris Urbino 18 – 0,29 MJ/pas. W przypadku Mercedes-Benz O530 wartość wynosiła 0,34 MJ/pas, czyli o 17,2% więcej. Najwyższy poziom odnotowano dla Autosan Sancity 12LF – 0,41 MJ/pas, co oznacza wartość o 41,4% wyższą niż w Solaris Urbino 18.

Podobną zależność zaobserwowano dla wskaźnika zużycia energii na pasażerokilometr. Najlepszy wynik uzyskał Solaris Urbino 18 – 0,024 MJ/pkm, natomiast dla Mercedes-Benz O530 wartość wynosiła 0,028 MJ/pkm, czyli o 16,7% więcej. Najwyższe zużycie energii odnotowano dla Autosan Sancity 12LF – 0,033 MJ/pkm, co stanowi wzrost o 37,5% w porównaniu z Solaris Urbino 18.

W analizie zastosowano również metodę Vehicle Specific Power (VSP), która umożliwia określenie chwilowego zapotrzebowania mocy pojazdu w zależności od prędkości i przyspieszenia, co pozwala dokładniej ocenić zużycie energii w warunkach ruchu miejskiego.

Uzyskane wyniki wskazują, że różnice w efektywności energetycznej analizowanych pojazdów mogą sięgać nawet 50% w zależności od przyjętego wskaźnika. Najniższe zużycie energii na kilometr uzyskał Mercedes-Benz O530, natomiast najlepszą efektywność w odniesieniu do liczby pasażerów i pracy przewozowej osiągnął Solaris Urbino 18. Jednocześnie metoda Vehicle Specific Power (VSP) okazała się najbardziej kompleksowym narzędziem oceny efektywności energetycznej autobusów w rzeczywistych warunkach eksploatacji.

УДК 656.1:658.589

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ ЗБИТКІВ ГАЛУЗІ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ НА ДЕОКУПОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ

Професор Токін О.П., аспірант Дубас Р.П.

(Національний транспортний університет)

Повномасштабна військова агресія проти України, здійснена з 2022 року, спричинила безпрецедентні руйнування транспортної інфраструктури, що призвело до дезінтеграції логістичних ланцюгів та критичного зниження мобільності населення на деокупованих територіях. Галузь автомобільного транспорту, яка є ключовим інструментом забезпечення гуманітарних потреб та

відновлення економічної активності, сьогодні потребує невідкладної трансформації. Критичною перешкодою для реалізації проєктів відновлення є відсутність верифікованих даних про обсяги завданих збитків і особливо екологічних. Своєчасна та об'єктивна верифікація таких збитків є не лише вимогою внутрішнього планування, а й обов'язковою умовою для залучення міжнародних інвестицій та фінансування від донорських організацій, які вимагають прозорих та стандартизованих розрахунків.

Метою дослідження є проведення порівняльного аналізу існуючих та перспективних методів оцінювання екологічних збитків в галузі автомобільного транспорту, які можуть бути імplementовані в умовах обмеженості вихідних даних на деокупованих територіях.

Систематизувавши види збитків на автомобільному транспорті в умовах воєнного стану, вдасться здійснити порівняльний аналіз інструментарію оцінки, визначити доцільність застосування кожного методу залежно від етапу відновлення та запропонувати багаторівневий алгоритм інтегрованого оцінювання збитків, який забезпечує баланс між швидкістю отримання даних та їх точністю.

Проведений теоретичний аналіз методів оцінювання збитків доводить, що застосування виключно одного методу є недостатнім у контексті післявоєнного відновлення.

У межах проведеного дослідження обґрунтовано доцільно застосовувати гібридний аналітичний підхід, що базується на синергії як мінімум трьох взаємодоповнюючих методів, зокрема, наприклад – інструментарію ГІС-технологій для ідентифікації прямих матеріальних збитків, математичного моделювання транспортних потоків для квантифікації опосередкованих економічних втрат, а також методів експертних оцінок – для верифікації отриманих результатів та підвищення достовірності аналітичних прогнозів.

Таким чином, для впровадження заходів усунення наслідків військової агресії як в екологічному і відповідно і економічному напрямку, слід в першу чергу зосередитися над оціненням завданих збитків.

**ГЕОХІМІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ
ТОРФОВИХ РОДОВИЩ**

Д-р геол. наук, с.н.с. Вергельська Н.В.

**(Державна установа «Науковий центр гірничої геології, геоекології та
розвитку інфраструктури НАН України»),**

аспірант Покшевницький А.С.

**(Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища
НАН України»)**

Торфовищні екосистеми є важливим компонентом збереження біорізноманіття та регулювання клімату, однак зазнають постійної деградації внаслідок змін у землекористуванні, видобутку корисних копалин та розвитку інфраструктури.

Україна володіє значними запасами торфу, що є важливою складовою її мінерально-сировинної бази. В Україні розвідано близько 700 родовищ торфу, але активно розробляють лише 43 з них. Загалом в Україні виявлено і розвідано 1 562 торф'яних родовища із загальними запасами 1 853 млн тонн, що займають площу 639,5 тис. га. Близько 96% торф'яних ресурсів України належить до низинного типу. Найбільші ресурси зосереджені в північних регіонах – Волинській, Рівненській, Чернігівській, Сумській та Житомирській областях, де зосереджено 1 056 родовищ із запасами 1 160 млн тонн.

Промислова розробка торфу супроводжується порушенням природних геохімічних бар'єрів та впливає на стан навколишнього середовища. Через осушення торфових масивів, у процесі видобутку, відбувається аеробна мінералізація органічних речовин, що призводить до вивільнення акумульованих важких металів, металоїдів та інших токсичних елементів у ґрунті та поверхневій воді. Слід зазначити, що порушення торфового покриву активізує процеси вітрової та водної ерозії, підсилює кислотний дренаж і змінює гідрологічний режим прилеглих територій.

Київська область, де торфові родовища зосереджені переважно у поліській частині регіону, не є винятком. Деградація торфових угідь унаслідок багаторічного видобутку формує стійкі осередки геохімічного забруднення, що охоплюють як безпосередньо порушені ділянки, так і суміжні сільськогосподарські угіддя та водотоки.

У цих умовах рекультивація торфових родовищ виступає основним інженерно-технічним рішенням для забезпечення стабілізації геохімічних процесів і відновлення екосистемних функцій.

Рекультивація торфових родовищ у кожному конкретному випадку має власну екологічну специфіку та соціально-економічне обґрунтування. Незважаючи на значну деградацію екосистем унаслідок промислової розробки торфовищ, відпрацьовані території зберігають суттєвий екологічний і господарський потенціал. Частина таких ділянок зазнає природного повторного заболочування, відновлюючи участь у біосферних процесах, зокрема у депонуванні вуглецю та підтриманні біорізноманіття. Водночас значна частка рекультивованих

торфовищ використовується у лісовому, водному, рибному та частково сільському господарстві, що підкреслює необхідність науково обґрунтованого вибору напрямів їх подальшого використання.

УДК 504.06:624.21:656.1:004

**ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ
БЕЗПЕКИ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ МОСТОВИХ ПЕРЕХОДІВ**

Аспірант Борятинський М.Ю.

(Національний транспортний університет)

Розвиток транспортної інфраструктури, зокрема будівництво мостових переходів, супроводжується зростанням техногенного навантаження на довкілля, що потребує впровадження ефективних інженерно-технічних рішень для забезпечення екологічної безпеки. Особливої актуальності набуває вдосконалення процедур оцінки впливу на довкілля (ОВД) із урахуванням специфіки транспортних об'єктів та їх впливу на природні й урбанізовані системи.

Інженерний підхід до ОВД передбачає інтеграцію екологічних критеріїв у процес проектування мостових переходів на всіх стадіях життєвого циклу об'єкта. Застосування геоінформаційних систем (GIS) дозволяє виконувати багатокритеріальний аналіз територій з урахуванням гідрологічних, геотехнічних і екологічних параметрів, що забезпечує обґрунтований вибір траси та конструктивних рішень із мінімальним впливом на довкілля.

Одним із ключових аспектів є гідродинамічне моделювання, яке використовується для прогнозування змін руслових процесів, оцінки ерозійної стійкості берегів і визначення впливу мостових опор на водні потоки. Це дозволяє оптимізувати розташування опор, зменшити ризики підтоплення та забезпечити збереження природного гідрологічного режиму.

З метою підвищення екологічної безпеки транспорту доцільним є застосування технологій інформаційного моделювання (BIM), що інтегрують інженерні, екологічні та експлуатаційні параметри в єдину цифрову модель. Це забезпечує можливість оцінювання впливів на довкілля не лише на етапі проектування, але й у процесі експлуатації об'єкта, зокрема з урахуванням транспортних навантажень, викидів забруднюючих речовин і шумового впливу.

Важливим інженерним рішенням є впровадження систем моніторингу стану довкілля, що базуються на даних дистанційного зондування Землі та сенсорних мережах. Такі системи дозволяють здійснювати контроль якості води, стану ґрунтів і рівня забруднення повітря в зоні функціонування мостових переходів, забезпечуючи оперативне виявлення відхилень від нормативних показників.

Додатковим напрямом є використання віртуального моделювання для оцінювання екологічних ризиків і візуалізації інженерних рішень. Це підвищує обґрунтованість проєктних рішень і сприяє ефективній взаємодії між проєктувальниками, екологами та іншими зацікавленими сторонами.

Таким чином, впровадження сучасних інженерно-технічних рішень у процес оцінки впливу на довкілля при проєктуванні мостових переходів забезпечує підвищення екологічної безпеки транспортної інфраструктури. Подальший розвиток цього напрямку пов'язаний із використанням інтелектуальних систем аналізу даних, автоматизацією екологічного моніторингу та впровадженням принципів сталого інфраструктурного проєктування.

УДК 504.06:656.13

**МОДЕЛЮВАННЯ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ
НА ЗАСАДАХ РЕСУРСОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ПРИНЦИПІВ
ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ**

**Доцент Цюман Є.С., доцент Глухонець А.О., студентка Огороднік А.О.
(Національний транспортний університет)**

Зменшення негативного впливу транспортного сектору (ТС) на довкілля є одним із ключових завдань сучасної екологічної політики. ТС становить значну частку викидів парникових газів, що зумовлює необхідність впровадження ефективних підходів до їх скорочення. Зростання обсягів перевезень і процеси урбанізації додатково підсилюють екологічний тиск, вимагаючи системних рішень на рівні підприємств. У цьому контексті моделювання процесів декарбонізації стає важливим інструментом обґрунтування управлінських рішень. Сьогодні досягнення екологічної безпеки можливе завдяки переходу до енергоефективних технологій, модернізації рухомого складу, електрифікація та оптимізації використання ресурсів. Особливу увагу слід приділити трансформації інтегрованих підприємств ТС, які характеризуються складною структурою матеріальних і енергетичних потоків. Традиційна модель їх функціонування передбачає інтенсивне споживання викопного палива та значне утворення відходів, що призводить до високого рівня вуглецевого навантаження. Недостатня ресурсоефективність ускладнює відповідність сучасним екостандартам. Тому актуальним стає впровадження принципів циркулярної економіки, що забезпечує замикання ресурсних циклів, повторне використання матеріалів та підвищення енергоефективності. Моделювання матеріальних і енергетичних потоків дає змогу виявити ключові джерела втрат ресурсів і розробити оптимальні сценарії їх зменшення. Важливим напрямом зниження екологічного впливу є часткова електрифікація автопарків і впровадження гібридних технологій, що сприяє зменшенню прямих викидів. Ефективність цих рішень залежить від структури енергетичного міксу, яка визначає рівень непрямих викидів. Додатковим інструментом є оптимізація логістичних процесів і зниження енергоємності перевезень. Застосування моделей оптимізації маршрутів дозволяє скоротити витрати палива та мінімізувати транспортні операції. Вагому роль у збереженні ресурсів відіграє впровадження систем повторного використання матеріалів, регенерації складових та повторного використання. Ці заходи сприяють зменшенню утворення відходів. Їх ефективність може бути оцінена за допомогою відповідних моделей, що

враховують взаємозв'язок між споживанням ресурсів і викидами. Для комплексної оцінки ефективності екологічної трансформації доцільно використовувати інтегровані показники, які поєднують скорочення викидів, рівень циркулярності та енергоефективність. Моделювання таких показників дозволяє об'єктивно оцінити екологічні заходи та визначити пріоритетні напрями розвитку. Таким чином, зменшення антропогенного навантаження транспортного сектору потребує поєднання електрифікації, оптимізації технологічних процесів і замикання ресурсних циклів. Комплексне моделювання цих процесів забезпечує синергетичний ефект і створює основу для формування екологічно збалансованої моделі функціонування транспортного підприємства.

УДК 629.3+504

***ВИКОРИСТАННЯ АВТОМОБІЛІВ З ГІБРИДНИМИ СИЛОВИМ
УСТАНОВКАМИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ
ТРАНСПОРТУ***

**Доцент Кухтик В.В., доцент Кухтик Н.О., аспірант Кухтик А.В.
(Національний транспортний університет)**

Сталий розвиток транспорту передбачає досягнення розумного балансу між екологічним, економічним, соціальним, культурним розвитком та потребами людей. Економічна складова сталого розвитку орієнтована на ефективне застосування обмежених ресурсів, економію енергії, застосування природоохоронних та матеріалозберігаючих технологій. Екологічна складова спрямована на підтримку цілісності природних систем для нинішнього та майбутніх поколінь.

Останніми роками з появою запиту на більш екологічний транспорт автомобілі з гібридними силовими установками стали дедалі популярнішими. Двигун внутрішнього згорання та електродвигун доповнюють особливості один одного, що дає змогу водночас знизити навантаження та підвищити ефективність транспортного засобу.

Автомобілі з гібридними силовими установками відрізняються певними особливостями, що зазначені нижче.

Двигун внутрішнього згорання встановлюється меншої ваги і потужності, що дає змогу знизити викиди забруднюючих речовин, а також значно зменшити витрату палива. Подолання додаткового навантаження забезпечується електродвигуном. Реалізація всіх режимів роботи можлива лише з автоматичною трансмісією і складним блоком керування, що збільшує вартість автомобіля. Зменшена потужність роботи ДВЗ забезпечує більш низький шум під час руху автомобіля. Автомобіль з гібридною силовою установкою відрізняється великим запасом ходу. Це забезпечується накопиченням енергії в процесі руху а саме використання принципу рекуперації при гальмуванні зменшує витрату електроенергії та збільшує дальність роботи автомобіля.

Гібридні автомобілі є унікальним поєднанням традиційних та інноваційних технологій, які роблять рух транспорту більш ефективним і економічним, але

при цьому вся система до такого рівня складна, що стала можлива повною мірою до реалізації тільки в сучасних умовах, із застосуванням досить непростих алгоритмів роботи бортового комп'ютера. Навіть правильне і ефективне гальмування управляється бортовим комп'ютером.

Зниження витрати палив нафтового походження, негайно позначилося на екологічній чистоті та вартості експлуатації автомобіля. Суттєво зменшилися викиди парникових газів та продуктів неповного згорання палива. Повна зупинка роботи двигунів в місцях скупчення автомобілів на дорогах міст, і насамперед у заторах, зменшує шкоду, що завдається навколишньому середовищу і людині. Крім цього застосування акумуляторних батарей, набагато меншої ємності, ніж в електромобілях, знизило проблему утилізації використаних акумуляторів. Розвиток гібридної технології в громадському транспорті ще більше поліпшить екологічну обстановку міст.

Гібридні автомобілі пропонують альтернативу стандартним бензиновим та дизельним автомобілям, обіцяючи більш чисте та економічне майбутнє автомобільної індустрії.

УДК 502.131.1:004.9

ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА 3-D ТУРИ В ЕКОЛОГІЧНОМУ МОНІТОРИНГУ ТА ОСВІТІ

**Доцент Глухонець А.О., доцент Цюман Є.С., доцент Лисак Р.С.
(Національний транспортний університет)**

Екологічний моніторинг – це систематичний контроль за станом екосистем, природних ресурсів та впливом антропогенних факторів. Традиційні методи збору даних часто є трудомісткими, дорогими і не завжди дають змогу отримати повну картину. Цифрові технології, зокрема ГІС, дозволяють інтегрувати різноманітні джерела інформації: супутникові знімки, дані з датчиків, польові спостереження, що підвищує точність і оперативність аналізу.

Одним із найсучасніших інструментів цифрової освіти є 3-D тури – інтерактивні віртуальні екскурсії, які дозволяють студентам зануритися у реальні або змодельовані природні середовища. Вони поєднують фотографії, відео, графіку та дані ГІС, створюючи об'ємний простір для вивчення.

3-D тури мають кілька важливих переваг у навчанні екології:

1. Інтерактивність і залучення – студенти можуть самостійно досліджувати різні локації, змінювати ракурси, одержувати додаткову інформацію про різні об'єкти, що підвищує інтерес і мотивацію до навчання.
2. Доступність – віртуальні тури дозволяють відвідати важкодоступні або охоронювані природні території без необхідності фізичної присутності, що надзвичайно актуально в умовах карантинів або обмежень.
3. Практичне застосування ГІС – під час роботи з 3-D турами студенти вчаться аналізувати просторові дані, розуміти взаємозв'язки між різними екологічними факторами, що формує їхні професійні компетенції.

4. Мультидисциплінарність – 3-D тури інтегрують знання з географії, екології, інформатики, що сприяє комплексному підходу до вивчення природничих наук. Університети та наукові установи активно впроваджують 3-D тури у навчальні програми. Наприклад, студенти можуть віртуально відвідати національні парки, заповідники, міські екосистеми, дослідити вплив урбанізації на природне середовище. Викладачі використовують ці тури для демонстрації змін ландшафтів, аналізу забруднення, оцінки стану водних ресурсів.

Також 3-D тури допомагають у проведенні польових досліджень дистанційно, що економить час і ресурси. Вони можуть бути інтегровані з мобільними додатками ГІС, що дозволяє студентам збирати і порівнювати дані в реальному часі.

Цифрові технології, зокрема ГІС, кардинально змінюють підходи до екологічного моніторингу, роблячи його більш точним, оперативним і доступним. Використання 3-D турів у навчанні студентів відкриває нові горизонти для практичного засвоєння знань, розвитку аналітичних навичок і формування екологічної свідомості. Даний інтегрований підхід сприяє підготовці висококваліфікованих фахівців, здатних ефективно працювати з екологічними викликами сучасності.

Як результат, цифрові технології і 3-D тури не лише підвищують якість освіти, а й сприяють сталому розвитку, а також збереженню навколишнього природного середовища для майбутніх поколінь.

УДК 504.06

ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ: ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ЕФЕКТИ

**Професор Барабаш О. В., доцент Глухонець А.О., аспірант Вознюк Я. Ю.
(Національний транспортний університет)**

Сучасний розвиток енергоменеджменту на автотранспортних підприємствах відбувається в умовах підвищених ризиків, зумовлених воєнним станом, енергетичною нестабільністю та зростанням екологічного навантаження. У цих умовах інженерно-технічні рішення набувають стратегічного значення, оскільки дають змогу гарантувати безперервність виробничих процесів, підвищити енергоефективність та мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище. За оцінками експертів, у довоєнний період енергоемність ВВП України перевищувала середньоєвропейський рівень у 2–2,5 рази, що свідчить про значний потенціал для впровадження енергоефективних технологій.

В умовах воєнного стану більшість підприємств починають процеси переходу до децентралізованих моделей енергозабезпечення, зокрема шляхом використання локальних джерел енергії. Впровадження когенераційних установок, систем накопичення енергії та відновлюваних джерел (сонячних і вітрових установок) дозволяє знизити залежність від централізованих мереж на 30-50 %. Використання систем енергетичного моніторингу в режимі реального часу забезпечує скорочення втрат електроенергії до 15-20 % за рахунок оперативного виявлення неефективних процесів.

Інноваційні підходи до енергоменеджменту передбачають інтеграцію цифрових технологій, зокрема автоматизованих систем управління енергоспоживанням (EMS) та платформ на основі штучного інтелекту. Автотранспортні підприємства в своїй діяльності налагоджують процеси для оптимізації енергетичних потоків, прогножуючи навантаження та адаптуючи роботу обладнання до постійних змін у режимах енергопостачання. Впроваджені цифрові рішення на підприємствах направлені на зниження енергоспоживання та скорочення викидів парникових газів.

Важливим аспектом постійного поліпшення управлінських підходів під час впровадження енергоменеджменту відповідно до вимог ДСТУ ISO 50001:2020 є формування системи планування, моніторингу та аналізу енергоспоживання. Це пов'язано із тим, що у період воєнного стану автотранспортні підприємства працюють в умовах ускладненого доступу до ресурсів і це підвищує роль адаптивного управління та швидкого прийняття рішень.

Слід зазначити, що в умовах пошкодження енергетичної інфраструктури забезпечення стійкості автотранспортних підприємств та зменшення ризиків аварійних викидів стають чи не найбільш актуальними питаннями для бізнесу.

Тому, у сфері енергоменеджменту інженерно-технічні рішення стають ключовим інструментом підвищення ефективності функціонування підприємств, а вдале поєднання інноваційних технологій, цифровізації та управлінських підходів забезпечує формування стійких енергетичних систем.

УДК 504.064:004.9

ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ВИРОБНИЦТВ

Доцент Сорочинська О.Л.

(Національний транспортний університет,

Навчально-науковий Київський інститут залізничного транспорту)

Сучасний розвиток промисловості супроводжується зростанням антропогенного навантаження на довкілля, що зумовлює підвищення рівня екологічних ризиків. Особливо це проявляється в умовах інтенсифікації виробництва, зношеності інфраструктури та збільшення обсягів техногенних відходів. У зв'язку з цим актуальним завданням є вдосконалення підходів до оцінки екологічних ризиків із використанням сучасних цифрових технологій.

Цифрові інструменти дозволяють перейти від традиційних, переважно статичних методів аналізу до динамічних моделей, що враховують змінність параметрів навколишнього середовища та виробничих процесів. До таких інструментів належать геоінформаційні системи, системи автоматизованого моніторингу, технології обробки великих даних, а також алгоритми машинного навчання. Їх застосування забезпечує більш глибокий аналіз екологічної ситуації та підвищує обґрунтованість управлінських рішень.

Важливим напрямом є інтеграція різнорідних даних, отриманих із виробничих об'єктів, екологічних постів спостереження, лабораторних досліджень і

дистанційного зондування Землі. Узгодження таких даних у межах єдиних цифрових платформ дає змогу формувати комплексну картину екологічного стану територій та оперативно виявляти потенційні джерела небезпеки. Крім того, використання цифрового моделювання дозволяє оцінювати сценарії поширення забруднювальних речовин і прогнозувати наслідки аварійних ситуацій.

Окрему увагу слід приділити використанню аналітичних моделей для оцінки ризиків у реальному часі. Це дає можливість не лише фіксувати поточний стан, а й своєчасно реагувати на відхилення від нормативних показників. Впровадження таких підходів сприяє підвищенню рівня екологічної безпеки підприємств та зниженню ймовірності виникнення надзвичайних ситуацій.

Разом із тим ефективність цифрових інструментів значною мірою залежить від якості вихідної інформації, рівня технічного забезпечення та підготовки персоналу. Серед стримувальних факторів можна виділити відсутність уніфікованих стандартів даних, обмеженість доступу до сучасного програмного забезпечення та необхідність забезпечення захисту інформації.

Використання цифрових інструментів оцінки екологічних ризиків сприяє формуванню більш ефективних підходів до управління виробничими процесами з урахуванням вимог екологічної безпеки. Їх впровадження підвищує точність прогнозування, забезпечує своєчасне реагування на потенційні загрози та зменшує негативний вплив на довкілля. Подальший розвиток цього напрямку доцільно пов'язувати з удосконаленням методів аналізу даних, розширенням функціональних можливостей цифрових платформ і їх адаптацією до специфіки різних галузей промисловості.

УДК 504.06:656

***ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ В УМОВАХ
СТАЛОГО РОЗВИТКУ***

Студентка Грек Д.О.

(Національний транспортний університет,

Навчально-науковий Київський інститут залізничного транспорту)

Транспортні системи є одним із визначальних чинників антропогенного навантаження на довкілля урбанізованих територій, формуючи підвищені рівні забруднення атмосферного повітря, акустичного дискомфорту та техногенного впливу на ґрунтові й водні екосистеми. Викиди від пересувних джерел містять оксиди азоту, оксид вуглецю, тверді частинки (PM₁₀, PM_{2.5}) та леткі органічні сполуки, які накопичуються в приземному шарі атмосфери, спричиняючи деградацію якості повітря та негативний вплив на здоров'я населення.

Рівень екологічних ризиків у транспортних системах визначається інтенсивністю руху, структурою транспортних потоків і технічним станом рухомого складу. Неефективна організація дорожнього руху, затори та висока частка застарілих транспортних засобів призводять до зростання питомих викидів і енергоспоживання. Додатково спостерігається забруднення ґрунтів і водних

об'єктів нафтопродуктами, а також підвищення рівнів шуму й вібрації, особливо в умовах щільної міської забудови.

У концепції сталого розвитку транспорт розглядається як інтегрована складова соціально-економічної та екологічної системи, що потребує досягнення балансу між мобільністю населення та екологічною безпекою. Домінування автомобільного транспорту та залежність від викопних видів палива зумовлюють необхідність переходу до сталих моделей мобільності, орієнтованих на зниження вуглецевого сліду та підвищення ресурсної ефективності.

Забезпечення екологічної безпеки транспортних систем передбачає впровадження комплексних інженерно-організаційних заходів, серед яких: розвиток громадського та електричного транспорту, оптимізація транспортних потоків на основі інтелектуальних транспортних систем, оновлення рухомого складу з урахуванням екологічних стандартів, удосконалення транспортної інфраструктури та впровадження цифрових технологій моніторингу. Важливим напрямом є інтеграція екологічних критеріїв у процеси стратегічного транспортного планування та управління міськими системами.

Таким чином, підвищення екологічної безпеки транспортних систем виступає ключовою передумовою реалізації принципів сталого розвитку урбанізованих територій. Комплексний підхід до управління транспортом забезпечує зниження рівня забруднення довкілля, підвищення енергоефективності та формування безпечного, екологічно збалансованого і комфортного міського середовища.

Екологізація транспортних систем потребує системної інтеграції технологічних, управлінських і планувальних рішень. Перехід до сталих моделей мобільності дозволяє мінімізувати негативний вплив транспорту на довкілля та підвищити якість життя населення.

УДК 504.03:004.9

ВИКОРИСТАННЯ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПОСТРАЖДАЛИХ РЕГІОНІВ

Студент Косовський А.В.

(Національний транспортний університет,

Навчально-науковий Київський інститут залізничного транспорту)

Значні території України зазнали комплексного техногенного впливу, що зумовлює необхідність оперативної, просторово орієнтованої та науково обґрунтованої оцінки екологічного стану довкілля. У цих умовах геоінформаційні системи (ГІС) виступають ключовим інструментом інтеграції, обробки та аналізу різномірних даних (дистанційне зондування Землі, результати польових обстежень, лабораторні вимірювання) у єдиному інформаційно-аналітичному середовищі.

Застосування ГІС-технологій забезпечує:

– просторове картографування зон руйнації інфраструктури та техногенного порушення територій;

- локалізацію джерел і осередків забруднення ґрунтів, водних ресурсів і атмосферного повітря;
- виявлення, класифікацію та ранжування екологічних ризиків;
- оперативний моніторинг змін стану територій із використанням супутникових знімків і безпілотних літальних апаратів;
- інтеграцію, верифікацію та актуалізацію даних з різних джерел спостережень.

Важливою функціональною перевагою ГІС є можливість здійснення просторового аналізу та моделювання процесів поширення і міграції забруднювальних речовин у компонентах довкілля. Моделі враховують природно-географічні (рельєф, гідрологічні умови, кліматичні фактори) та антропогенні чинники (структура землекористування, характер техногенних порушень), що дозволяє прогнозувати динаміку забруднення, оцінювати рівень екологічної небезпеки та визначати потенційні зони вторинного впливу.

Додатково ГІС-технології забезпечують проведення багатокритеріального просторового аналізу, що дозволяє поєднувати екологічні, соціальні та економічні показники при оцінці стану територій. Це створює передумови для обґрунтування пріоритетності природоохоронних заходів, планування рекультивації, відновлення інфраструктури та оптимізації використання ресурсів.

У контексті сталого розвитку використання ГІС виступає інструментом підтримки прийняття управлінських рішень на різних рівнях. Формування електронних екологічних карт, тематичних баз даних і геоінформаційних порталів сприяє підвищенню прозорості екологічної інформації, забезпечує довготривалий моніторинг змін і координацію дій між державними органами, науковими установами та практичними фахівцями.

Таким чином, застосування ГІС-технологій забезпечує комплексну, достовірну та просторово деталізовану оцінку екологічного стану постраждалих регіонів, що є основою для ефективного планування їх відновлення та мінімізації екологічних ризиків.

УДК 628.5:66.074

ІНЖЕНЕРНІ МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ ВИКИДІВ

Студентка Яковлева Д.В.

(Національний транспортний університет)

Інтенсивний розвиток промислового виробництва зумовлює зростання обсягів газоподібних викидів, що містять пилові частинки, оксиди сірки та азоту, леткі органічні сполуки та інші небезпечні компоненти. Це формує суттєві ризики для атмосферного повітря та здоров'я населення, що обумовлює необхідність удосконалення інженерних методів очищення викидів на різних стадіях технологічного процесу.

Сучасні системи газоочищення базуються на поєднанні фізичних, хімічних та фізико-хімічних методів. До фізичних методів належать гравітаційне осадження, інерційна сепарація та фільтрація, які застосовуються для вилучення твердих

частинок різного дисперсного складу. Зокрема, використання циклонів і рукавних фільтрів забезпечує ефективне уловлювання пилу за рахунок дії відцентрових сил і механічного затримання частинок.

Фізико-хімічні методи включають абсорбцію, адсорбцію та конденсацію, що дозволяють видаляти газоподібні домішки. Абсорбційні процеси реалізуються у скруберах різних типів, де забруднювальні речовини поглинаються рідкими реагентами. Адсорбція на активованому вугіллі або інших пористих матеріалах застосовується для видалення летких органічних сполук і токсичних газів при низьких концентраціях.

Хімічні методи очищення передбачають перетворення шкідливих компонентів у менш небезпечні сполуки. До них належать термічне та каталітичне окиснення, а також процеси нейтралізації. Каталітичні системи, зокрема, широко використовуються для зниження вмісту оксидів азоту та органічних сполук у відхідних газах.

Перспективним напрямом є впровадження комбінованих технологій, що поєднують декілька методів очищення в межах єдиної системи. Це дозволяє досягти високого ступеня очищення при змінних параметрах газового потоку та складному складі викидів. Важливу роль відіграє також автоматизація процесів газоочищення, що забезпечує контроль ефективності роботи установок у режимі реального часу.

Ефективність інженерних методів очищення визначається техніко-економічними показниками, характеристиками забруднювачів та умовами експлуатації обладнання. Подальший розвиток цієї сфери пов'язаний із удосконаленням конструкцій апаратів, підвищенням селективності процесів очищення та інтеграцією енергоефективних технологічних рішень.

УДК 504.054:656.13

**ОБІРУНТУВАННЯ КОМПЛЕКСУ ЗАХОДІВ ЩОДО МІНІМІЗАЦІЇ
ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН ВІД ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ
АП №2 КП «КИЇВПАСТРАНС»**

**Доцент Коломієць С.В., студент Циба В.О.
(Національний транспортний університет)**

Сучасний розвиток транспортної системи міст супроводжується значним техногенним навантаженням, оскільки автотранспорт є домінуючим джерелом забруднення повітря, формуючи від 45% до 55% усіх викидів у межах мегаполісів. Автобусний парк №2 КП «Київпастранс» представляє собою типове потужне автотранспортне підприємство з розвиненою інфраструктурою, на балансі якого перебуває 168 автобусів, що забезпечують роботу понад 30 маршрутів. Виробнича діяльність парку пов'язана зі значним споживанням ресурсів, зокрема близько 5 200 м³ дизельного палива на рік, що зумовлює викиди понад 120 тонн забруднюючих речовин лише від стаціонарних джерел. Аналіз статистичної інформації за період 2021–2025 рр. свідчить про складну структуру емісії, де ключовими речовинами є оксиди азоту, окис вуглецю та

тверді частинки. Зокрема, пікові значення викидів твердих речовин фіксувалися у 2021 році (0,528 т за квартал), а станом на 2025 рік спостерігається певна стабілізація показників оксиду азоту (0,102 т) та окису вуглецю (0,144 т). Основними джерелами впливу, окрім рухомого складу, є котельня на пелетах, дільниці зварювання, автозаправний пункт та малярний цех, де ефективність водяних фільтрів для вловлювання фарбового аерозолю наразі становить лише 69,8%. Для мінімізації негативного впливу обґрунтовано впровадження комплексу заходів, розділених на організаційні, технічні та інвестиційні рівні. Організаційний блок передбачає запровадження систематичної діагностики двигунів та оптимізацію маршрутів для скорочення «холостих» пробігів, що дозволяє досягти швидких результатів без значних капіталовкладень. Технічні заходи зосереджені на модернізації систем фільтрації у малярному цеху та герметизації систем наливу палива на АЗП для зменшення випаровування вуглеводнів. Інвестиційний складник включає впровадження системи оборотного водопостачання для миття автобусів, що дозволяє скоротити споживання води на 40%, та поетапне оновлення автопарку машинами екологічних класів Євро-5 та Євро-6. Еколого-економічне обґрунтування підтверджує високу ефективність запропонованих рішень: при скороченні витрат палива лише на 3% за рахунок діагностики та логістики, річна економія підприємства складе 9,36 млн грн із терміном окупності до 6 місяців. Впровадження оборотного водопостачання забезпечить економію близько 270 тис. грн на рік із окупністю впродовж 4,4 років. Таким чином, перехід від традиційного до екологічно орієнтованого управління дозволяє АП №2 не лише забезпечити нормативну відповідність, а й перетворити природоохоронні заходи на чинник підвищення загальної ефективності діяльності та сталого розвитку міського транспорту.

УДК 556.3:519.87

***МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ САМООЧИЩЕННЯ
ВОДОЙМ УКРАЇНИ ПІСЛЯ ТЕХНОГЕННОГО ВПЛИВУ***

Доцент Левківська Л.В.

(Національний транспортний університет)

Сучасні водойми України, від мальовничих Карпатських річок до великих водосховищ Дніпра та Дністра, зазнають постійного техногенного впливу. Промислові стоки, міські комунальні відходи, змиви з полів, а в останні роки й наслідки бойових дій, стають джерелами забруднення, яке загрожуює водопостачанню, екосистемам і здоров'ю населення. Війна в Україні значно посилила техногенне навантаження на водойми: руйнування промислових об'єктів, пошкодження інфраструктури водопостачання та зрошувальних систем призводять до надходження токсичних речовин і органічних відходів у річки та водосховища. Головне питання, яке нині постає перед інженерами та екологами: чи зможе водойма очиститися самостійно, чи потрібно негайно втручатися?

Відповідь на це питання дає не вгадування, а точний прогноз - математична модель.

Математичне моделювання показало, що швидкість самоочищення українських водойм значною мірою залежить від фізичних і біологічних факторів: температури води, руху течії, концентрації забруднень та активності мікроорганізмів. У річках із швидкою течією, таких як Сіверський Донець, природні процеси очищення від органічних стоків відбуваються відносно швидко, тоді як у водосховищах із повільним рухом води, наприклад у Київському або Каховському, відновлення забрудненої води після воєнних руйнувань займає більше часу і потребує додаткових заходів біологічного очищення.

Моделі дозволили оцінити ефективність різних сценаріїв відновлення: природне самоочищення, біологічне очищення за допомогою мікроорганізмів та штучні технології фільтрації. Цифрові розрахунки показали, що оптимальним є поєднання природних процесів із локальним біологічним втручанням, що забезпечує найшвидше повернення води до безпечного стану навіть у зонах, постраждалих від війни.

Математичне моделювання також дозволяє оцінити довгострокові наслідки воєнного впливу та планувати ефективне управління водними ресурсами. Моделі показують, що при систематичному моніторингу і своєчасному застосуванні біологічного очищення вода у водоймах відновлюється у середньому на 70–80% за кілька тижнів після локальних забруднень, що є важливим для підтримки екологічної безпеки, збереження біорізноманіття і забезпечення водопостачання в умовах воєнного часу.

Таким чином, математичні моделі дозволяють не тільки прогнозувати процеси самоочищення, але й приймати обґрунтовані рішення щодо інтеграції природних і технологічних заходів для швидкого та ефективного відновлення українських водойм навіть в умовах війни та техногенного навантаження.

УДК 536.7:628.4

***ТЕРМОДИНАМІЧНИЙ ДУАЛІЗМ ЯК ОБ'ЄКТИВНА ОСНОВА
ВІДХОДОУТВОРЕННЯ У ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ ТА ШЛЯХИ
ЙОГО ПОДОЛАННЯ***

**Професор Волошин В.С., доцент Бурко В.А.
(ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»)**

Принцип термодинамічного двоєдності, виведений як наслідок термодинамічного дуалізму І. Пригожина, описує об'єктивний механізм виникнення відходів у виробничих системах. Відповідно до цього принципу, будь-який технологічний процес поділяється на дві підсистеми: сильно нерівноважну, яка формує товарну продукцію, та слабо нерівноважну або рівноважну, з якої утворюються відходи. Таке розмежування є об'єктивною термодинамічною даністю для кожного технологічного процесу, в якому відбуваються складні перетворення речовини та енергії.

Механізм мінімізації виробничих відходів у межах самого технологічного процесу полягає у забезпеченні умов для порушення термодинамічної рівноваги тієї частини сировини, з якої за звичайних умов утворюється відхід. Досягти цього можна шляхом введення додаткової енергії визначеної якості та кількості, яка переводить відходоутворюючу частину сировини з рівноважного стану у термодинамічно нерівноважний, що уможлиблює її переробку у корисний продукт без порушення умов отримання основної товарної продукції.

Загальна математична модель процесу, побудована на основі першого і другого законів термодинаміки та рівнянь Онсагера і Пригожина для відкритих систем, дозволяє кількісно описати перерозподіл матеріальних потоків між підсистемою продукції та підсистемою відходів залежно від співвідношення базової та додаткової енергій. Ключовим параметром моделі є феноменологічний коефіцієнт узгодження потоків, який відображає ступінь термодинамічної нерівноваги у кожній з підсистем.

Розрахункові дослідження виявили існування двох чітких параметричних областей. Перша область відповідає умовам, за яких частка додаткової енергії відносно базової не перевищує критичного значення близько 0,34: у цьому діапазоні система поводить себе стійко та передбачувано - введення додаткової енергії сприяє ефективному переведенню відходоутворюючої сировини у корисний продукт. Друга область, що відповідає більшому відносному значенню додаткової енергії, характеризується нестійкою поведінкою системи та можливою дестабілізацією основного технологічного процесу.

Таким чином, ефективна мінімізація відходів безпосередньо у межах технологічного процесу є термодинамічно обґрунтованою та практично досяжною за умови суворого дозування додаткової енергії. Запропонований підхід відкриває нові можливості для аналізу та оптимізації промислових процесів з метою скорочення відходів, що повністю відповідає стратегічним цілям сталого розвитку та принципам European Green Deal щодо екологічно збалансованого виробництва.

УДК 628.473

КОМПОСТУВАННЯ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ ЯК ЕЛЕМЕНТ ЇЇ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНОГО УПРАВЛІННЯ

**Доцент, вчитель біології Лагутенко О.Т. (Ліцей «Тросщина»)
доцент Шевченко В.Г. (Національний транспортний університет)**

Нераціональне поводження з відходами призводить до забруднення довкілля, утворення звалищ, викидів парникових газів та втрати цінних ресурсів. Тому питання ефективного управління відходами активно розробляються.

Біокомпостування - це природний процес розкладання органічних речовин під дією мікроорганізмів у контрольованих умовах із утворенням стабільного продукту - компосту. Цей метод є екологічно безпечним і водночас ефективним способом утилізації органічних відходів.

Передусім варто зазначити екологічне значення біокомпостування. Переробка органічних відходів дозволяє значно зменшити обсяги сміття, що потрапляє на полігони. Це, у свою чергу, знижує ризик забруднення ґрунтів, підземних вод і атмосферного повітря. Крім того, компостування сприяє зменшенню викидів метану - одного з найпотужніших парникових газів, що утворюється при анаеробному розкладанні відходів на сміттєзвалищах.

Не менш важливим є ресурсний аспект. Органічні відходи не є «сміттям» у традиційному розумінні - це цінна сировина, яка після переробки перетворюється на органічне добриво. Компост покращує структуру ґрунту, підвищує його родючість, сприяє збереженню вологи та відновленню мікробіологічної активності. Таким чином, біокомпостування є важливим елементом циркулярної економіки, де відходи повертаються у природний кругообіг речовин.

Проведено експеримент із компостування органічних відходів у побутовому компостері на території гімназії в м. Києві. Особливістю дослідження є те, що воно здійснювалося у холодний період (листопад–грудень 2024 року), що дозволило оцінити ефективність компостування за несприятливих кліматичних умов. Також здійснювався моніторинг температури компостної маси. Отримані результати свідчать, що навіть за низьких температур процес біологічного розкладання не припиняється: температура компостної маси залишалася вищою за температуру повітря (на 9,1°C у листопаді та на 4,4°C у грудні), а мінімальне значення не опускалося нижче 3,8°C. Це підтверджує наявність активних мікробіологічних процесів і можливість компостування в осінньо-зимовий період.

Окрему увагу під час експерименту було приділено використанню біопрепаратів, як засобу інтенсифікації процесу компостування. Експериментально доведено ефективність препаратів «Еколайн Компост» та «ProBio Бокаші», які сприяють активізації ферментації органічних відходів. Це має важливе практичне значення для розширення можливостей компостування в побутових умовах.

Отже, біокомпостування є не лише способом утилізації органічних відходів, а й важливим інструментом збереження довкілля, відновлення природних ресурсів і забезпечення сталого розвитку.

УДК 502.174:628.477]:549.456

**АНАЛІЗ МІЖНАРОДНОГО ТА УКРАЇНСЬКОГО ДОСВІДУ
ВИКОРИСТАННЯ БІШОФІТУ**

**Доцент Ілляш О.Е., аспірант Ганошенко Г.В.
(Національний університет «Полтавська політехніка
імені Юрія Кондратюка»)**

Досвід міжнародних досліджень (США, Литва, Польща, Китай, Японія, Італія) та український (Полтавська, Харківська, Львівська області) досвід застосування магнієвих солей демонструє широкий спектр застосування сполук магнію, зокрема $MgCl_2$, у технологіях стабілізації золи після спалювання твердих

побутових відходів (ТПВ), виготовлення магнезійних цементів (МОС, МКРС), а також зміцнення дорожніх шарів і пилоподавлення. Ці рішення дозволяють зменшити лужність матеріалів, знизити розчинність і мобільність важких металів (Pb, Zn, Cd) у 2–10 разів, покращити механічну стійкість шарів і водостійкість покриттів.

Однак на сьогодні Україна потребує технологій депонування та рекультивації звалищ твердих побутових відходів, особливо невеликих сільських звалищ. Бішофіт й особливо відходи видобування бішофіту є перспективним матеріалом для рекультивації звалищ твердих побутових відходів. Для Полтавщини застосування таких технологій особливо актуальне, так як на території регіону функціонує Полтавське (Затуринське) родовище бішофіту.

Рекультивація сміттєзвалищ передбачає процес стабілізації технічних шарів задля зниження впливу забруднюючих речовин на довкілля. Одним із перспективних напрямків для цього є використання солей магнію, зокрема бішофіту ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), який проявляє комплексну дію - хімічну, фізико-механічну та структуроутворювальну.

В процесах стабілізації застосування бішофіту дозволяє: зменшувати лужність середовища за рахунок реакції Mg^{2+} з гідроксидами кальцію та натрію; зв'язувати іони важких металів (Pb^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+}) у малорозчинні хлоридні та оксихлоридні сполуки; підвищувати міцність і водостійкість рекультиваційних шарів звалищ відходів завдяки утворенню оксихлоридів магнію ($3\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$), які виконують роль природного цементувального агента. Таким чином, бішофіт й відходи видобування бішофіту можуть бути альтернативою традиційним цементним в'язучим, що мають високий вуглецевий слід і не забезпечують ефективної фіксації важких металів.

Використання бішофіту в технологіях рекультивації звалищ твердих побутових відходів сприяє зменшенню навантаження на довкілля та раціональному використанню ресурсів, відповідає принципам циркулярної економіки та сталого розвитку територій, а також узгоджується з положеннями Національної стратегії управління відходами до 2030 року.

УДК 625.7

***РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТА ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ
ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В СТРАТЕГІЇ
СТАЛОГО РОЗВИТКУ***

**Доцент Бондаренко Л.П., аспірант Крюковський О.М.
(Національний транспортний університет)**

Трансформація дорожньо-будівельної галузі відповідно до парадигми сталого розвитку потребує впровадження науково обґрунтованих технологій, які б забезпечували паритет між експлуатаційною надійністю транспортних споруд та екологічною безпекою. Релевантним інструментом декарбонізації інфраструктурних об'єктів є застосування теплового асфальтобетону (ТАБ), концепція якого базується на інтеграції фізико-хімічної модифікації органічних

в'язуючих та інженерно-екологічних підходів до мінімізації антропогенного навантаження на довкілля.

Аналіз міжнародної практики свідчить про високу результативність імплементації енергоефективних сумішей у країнах ЄС та США, де стандартизація технології теплового асфальтобетону дозволила суттєво знизити екологічний тиск у зонах щільної забудови. Світовий досвід експлуатації таких покриттів демонструє їхню високу резистентність до деформацій та низькотемпературного розтріскування. Використання адгезійних добавок нового покоління забезпечує стабільність структури асфальтобетону при зниженні енерговитрат на виробництво до 30%, що корелює з цілями Європейського зеленого курсу (Green Deal) щодо кліматичної нейтральності.

Технологія ТАБ перш за все передбачає редукацію температурних режимів приготування і укладання сумішей на 20–40 °С та дозволяє досягти суттєвої інтенсифікації енергозберігаючих показників. Аналіз наукових досліджень показав значне зниження споживання енергоносіїв на асфальтозмішувальних установках і детермінує пропорційне скорочення емісії парникових газів (CO₂, NO_x, SO₂) та твердих часток. Інтегральний показник споживання природних ресурсів для виготовлення теплового асфальтобетону є на 23,6% нижчим порівняно з традиційними сумішами. Важливим науковим аспектом є нівелювання критичного термічного впливу на бітум, який уповільнює кінетику його старіння та продовжує міжремонтні терміни експлуатації покриттів.

Екологізація дорожнього будівництва через використання теплих сумішей створює передумови для підвищення загальної екологічної безпеки транспортних об'єктів. Збереження високих адгезійних та когезійних властивостей матеріалу забезпечує стабільність дорожнього одягу протягом усього періоду експлуатації. Практична імплементація цих рішень потребує адаптації нормативно-технічної бази до вимог екологічної сертифікації та розробки системних підходів до моніторингу екологічного впливу. Впровадження енергоефективних технологій у дорожньому секторі є необхідним етапом розбудови резистентної транспортної системи, яка буде спроможна забезпечувати сталий розвиток екосистем майбутнього.

УДК 676:504.062:502.131.1

***РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ
ПРОЦЕСІВ У ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВІЙ ПРОМИСЛОВOSTІ НА
ОСНОВІ ОЦІНКИ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ***

**студент Мусієнко Д.С., доцент Кобзиста О.П.
(Національний транспортний університет)**

Целюлозно-паперова промисловість є однією з найбільш ресурсомістких галузей, що характеризується значним споживанням водних, енергетичних та сировинних ресурсів, а також утворенням великого обсягу відходів і викидів у навколишнє середовище. У сучасних умовах особливої актуальності набуває впровадження науково обґрунтованих підходів до ресурсозбереження та

оптимізації технологічних процесів, спрямованих на зниження екологічного навантаження та підвищення ефективності виробництва.

Одним із ключових інструментів досягнення зазначених цілей є оцінка життєвого циклу продукції, яка дозволяє комплексно проаналізувати вплив виробництва на довкілля на всіх стадіях – від заготівлі сировини до утилізації відходів. Такий підхід забезпечує виявлення критичних етапів із найбільшим рівнем ресурсоспоживання та екологічного навантаження, що створює передумови для прийняття ефективних управлінських рішень.

Життєвий цикл продукції целюлозно-паперової промисловості охоплює процеси заготівлі та підготовки сировини, виробництва целюлози, виготовлення паперу, його використання та утилізації відходів. Кожен із цих етапів супроводжується специфічними видами впливу на довкілля, включаючи викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, скиди у водні об'єкти та утворення твердих відходів. Аналіз цих процесів дозволяє визначити пріоритетні напрями оптимізації технологій.

Важливим аспектом є впровадження принципів циркулярної економіки, що передбачають повторне використання ресурсів та мінімізацію відходів. Значний потенціал у цьому контексті має переробка макулатури, яка дозволяє скоротити використання первинної сировини, зменшити енергоспоживання та обсяги утворення відходів. Порівняльна оцінка альтернативних способів поводження з відходами, зокрема спалювання, компостування, повторної переробки та захоронення, свідчить про переваги рециклінгу як з екологічної, так і з економічної точок зору.

Методологія оцінки життєвого циклу базується на використанні системи кількісних і якісних показників, серед яких енергоемність, рівень викидів, обсяги відходів, витрати на транспортування та утилізацію. Комплексний аналіз цих параметрів дозволяє сформулювати інтегральну оцінку ефективності технологічних процесів та визначити напрями їх удосконалення.

Отже, застосування підходів оцінки життєвого циклу в целюлозно-паперовій промисловості є ефективним інструментом забезпечення ресурсозбереження та оптимізації технологічних процесів. Це сприяє зниженню негативного впливу на довкілля, підвищенню екологічної безпеки виробництва та формуванню сталих моделей природокористування на засадах циркулярної економіки.

УДК 621.43

***ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА
ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТРАНСПОРТНИХ ДВИГУНІВ ЗА
ВИКОРИСТАННЯ КОМБІНАЦІЙ ТРАДИЦІЙНОГО ТА
АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВ***

**Професор Цюман М.П., аспірант Ярченко М.О., аспірант Рудой Р.В.
(Національний транспортний університет)**

Найважливішими показниками транспортних енергетичних установок є показники енергоефективності. Ці показники можуть об'єднувати паливну

економічність, енергетичні та екологічні показники, які залежать від виду палива та ефективності робочих процесів енергоустановки. Для сучасних транспортних енергоустановок важливо також забезпечити мінімальні викиди газів, які сприяють глобальним кліматичним змінам, зокрема, діоксиду вуглецю. З метою удосконалення вказаних показників останнім часом пропонуються до використання різні альтернативні палива, як у вигляді окремих, так і у вигляді сумішевих ресурсів.

Аналіз останніх досліджень використання у автомобільних двигунах бензоетанольних сумішей, а також добавки водневмісного газу до свіжого заряду двигунів свідчить, що досліджувався переважно вплив фіксованої частки доданого компоненту до основного палива (бензину) на окремі показники двигуна. Крім того, ці результати не дозволяють здійснити повний аналіз узагальненого впливу використання тих чи інших традиційних, альтернативних палив та їх сумішей у двигуні на його еколого-енергетичну ефективність.

Метою доповіді є визначення складу доцільних для застосування сумішей традиційного та альтернативних палив шляхом порівняння впливу воднево-вуглецевого відношення досліджуваних сумішей на показники енергоефективності енергетичної установки. Це дозволить обґрунтувати застосування на автомобільному транспорті сумішей палив, які забезпечують досягнення одночасного поліпшення паливноекономічних та екологічних показників автомобілів.

Поставлена мета досягається уточненням математичної моделі робочих процесів енергетичної установки з двигуном з іскровим запалюванням та моделюванням з використанням вказаної математичної моделі показників енергоефективності залежно від частки доданого альтернативного компоненту до бензину для змінювання воднево-вуглецевого співвідношення суміші палив.

Досліджено вплив використання різних комбінацій традиційного та альтернативного палива на ефективний ККД, викиди та ступінь використання водню у створенні енергії у окремому режимі роботи енергетичної установки.

Встановлено, що найбільш доцільним за ефективним ККД, викидами CmHn , NOx , ступенем використання водню у створенні енергії є додавання етанолу до бензину, яке дозволяє збільшити воднево-вуглецеве відношення на 47% порівняно із базовим бензином. Найвища енергоефективність за CO і CO_2 досягається додаванням водневмісного газу до свіжого заряду. Однак, це суттєво знижує енергоефективність за NOx . Тому, додавання водневмісного газу доцільне до значення воднево-вуглецевого відношення 0,26, що вимагає його витрати 68 л/хв. Груповий критерій енергоефективності при цьому збільшується на 31%, а при додаванні етанолу – на 65,5%.

**КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ВПЛИВУ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ЗАВОДІВ ЯК
ІНСТРУМЕНТ СТАЛОГО РОЗВИТКУ**

**Доцент Крюковська Л.І., аспірантка Покшевніцька Т.В.,
студент Руденко Б.О.**

(Національний транспортний університет)

Функціонування асфальтобетонних заводів (АБЗ) супроводжується значним техногенним навантаженням на довкілля, що зумовлено викидами забруднюючих речовин в атмосферу, а також негативним впливом на ґрунти та водні ресурси. Забезпечення екологічної безпеки таких об'єктів вимагає впровадження науково обґрунтованих підходів до оцінки їхнього впливу та оптимізації технологічних процесів у контексті стратегії сталого розвитку.

Метою дослідження є розробка та апробація методики комплексної оцінки впливу АБЗ на компоненти довкілля для обґрунтування ефективних інженерно-технічних рішень. Об'єктами аналізу обрано підприємства з різною виробничою потужністю та ступенем ефективності газоочисних систем.

Запропонована методика передбачає чотирьохступеневий підхід. На першому етапі здійснюється акумуляція даних щодо технологічних параметрів виробництва, обсягів викидів, характеристик реципієнтів впливу (ґрунтів, водойм) із залученням кадастрової інформації, результатів моніторингу та геоінформаційних систем. Другий етап присвячено ідентифікації домінуючих факторів впливу та класифікації параметрів оцінки за рівнями екологічного ризику.

Третій етап включає кількісний аналіз, зокрема розрахунок розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, порівняння концентрацій із гранично допустимими значеннями, а також оцінку ступеня деградації ґрунтового покриву та гідроекологічної стабільності території. На заключному етапі проводиться інтерпретація результатів із виявленням критичних зон впливу та розробляються рекомендації щодо підвищення екологічної безпеки АБЗ. Такі заходи передбачають модернізацію пилогазоочисного обладнання, впровадження систем замкненого водопостачання та встановлення постів безперервного автоматизованого контролю.

Отже, результати дослідження підтверджують пряму залежність між виробничою потужністю АБЗ та інтенсивністю викидів оксидів азоту і вуглецю, що призводить до деградації атмосферного повітря та ґрунтів. Запропонований комплексний підхід до оцінки впливу дозволяє ідентифікувати критичні зони техногенного навантаження та обґрунтувати заходи з модернізації газоочисних систем. Реалізація розроблених рекомендацій є необхідною умовою для інтеграції промислових об'єктів у стратегію сталого розвитку та формування безпечного екосистемного простору майбутнього.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ
ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПРИ ВИКОРИСТАННІ СПИРТОВМІСНИХ
СУМІШЕЙ**

**Професор Добровольський О.С., доцент Тріфонов Д.М.,
аспірант Марченко П.К.
(Національний транспортний університет)**

Сучасний розвиток автомобільного транспорту супроводжується зростанням споживання традиційних нафтових палив і погіршенням екологічної ситуації. У зв'язку з цим актуальним питанням постає пошук альтернативних джерел енергії, серед яких значне місце займають палива що отримують з поновлювальних джерел, серед яких значну частину займають спиртовмісні палива, суміш традиційного палива з додаванням біоетанолу. Такі палива відносяться до альтернативних джерел енергії.

Використання біоетанолу як складової палива для двигунів внутрішнього згорання, дозволяє зменшити залежність від традиційних нафтових палив та зменшити викиди шкідливих речовин в навколишнє середовище.

Важливим етапом оцінки екологічних показників транспортних засобів при використанні альтернативних палив є дорожні випробування за процедурою Real Driving Emissions (RDE). На відміну від лабораторних досліджень, RDE дозволяє оцінити рівень викидів шкідливих речовин у реальних умовах експлуатації з урахуванням змін швидкості, навантаження, рельєфу та стилю водіння.

Практичне проведення випробувань за методикою RDE тісно пов'язане з підбором і перевіркою маршруту руху транспортного засобу, який має відображати реальні умови його експлуатації та водночас відповідати суворим вимогам європейського законодавства.

Згідно з регламентом Європейського Союзу, випробування за процедурою RDE мають відповідати наступним критеріям:

- тривалість випробування – не менше 90 хвилин;
- типи доріг – кожен із трьох типів (міські, приміські, швидкісні) повинен займати приблизно третину часу ($34\% \pm 10\%$);
- швидкісні режими – ділянки в центрі міста до 40 км/год, приміські – до 60 км/год, швидкісні – до 130 км/год;
- динаміка руху – включення пуску холодного ДВЗ, певної кількості зупинок та прискорень, змін навантаження;
- топографія – наявність підйомів, спусків, мостів, що створюють змінні умови для роботи двигуна.

Отже дорожні випробування за режимами циклу RDE, дозволяють більш повно та об'єктивно оцінити вплив використання спиртовмісних палив на екологічну безпеку та енергоефективність транспортних засобів.