

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

ЕКОЛОГІЧНІ ВИКЛИКИ ТА ІННОВАЦІЇ ЗАХИСТ ДОВКІЛЛЯ У СУЧАСНОМУ СВІТІ

Матеріали всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції

Черкаси

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ
МІНІСТЕРСТВО ЕКОНОМІКИ, ДОВКІЛЛЯ ТА СІЛЬСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ
НАУКОВО-ДОСЛІДНА УСТАНОВА «УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-
ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ» (УКРНДІЕП)
КП «САНЕПІДСЕРВІС»
ТОВ НТВК «УКРАЇНА»**



*Навчально-науковий інститут
інженерної та спеціальної підготовки*

*Екологічні виклики та інновації.
Захист довкілля у сучасному світі*

*Матеріали
Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції*

5 листопада 2025 року

*Черкаси
2025*

УДК 504:502.1:37.013:316.77:502.1:355.48(477):331.45:658.382:614.8
Е 45

*Рекомендовано до друку вченою радою
навчально-наукового інституту цивільного захисту
Національного університету цивільного захисту України
(протокол № 2 від 27 жовтня 2025 року)*

*Дозволяється публікація матеріалів збірника у відкритому
доступі комісією з питань роботи із службовою інформацією
у Національному університеті цивільного захисту України
(протокол № 6 від 31 жовтня 2025 року)*

Е 45 Екологічні виклики та інновації. Захист довкілля у сучасному світі:
Матеріали Всеукр. наук.-практ. інтер.-конф., м. Черкаси: НУЦЗ України –
2025. – 292 с.

Матеріали конференції розраховані на інженерно-технічних працівників, фахівців у сфері екологічної безпеки, науково-педагогічних працівників, ад'юнктів, аспірантів, слухачів, студентів та курсантів закладів вищої освіти України, а також представників державних і громадських організацій, діяльність яких пов'язана із захистом довкілля, енергозбереженням, сталим розвитком, безпекою праці та здоров'ям громадян.

УДК 504:502.1:37.013:316.77:502.1:355.48(477):331.45:658.382:614.8

Шановні учасники конференції!



Від імені колективу Національного університету цивільного захисту України вітаю Вас з відкриттям Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Екологічні виклики та інновації. Захист довкілля у сучасному світі».

Конференція проводиться в умовах тривалої повномасштабної збройної агресії рф проти України, що призвела до масштабних екологічних втрат. Руйнування

екосистем, деструкція природоохоронних територій, забруднення водних ресурсів, ґрунтів і атмосферного повітря формують нові ризики для сталого розвитку держави та забезпечення регіональної екологічної безпеки. Масштаби екологічних наслідків воєнних дій мають не лише локальний, а й глобальний характер, що зумовлює необхідність наукового осмислення процесів відновлення природного середовища та розроблення стратегій його реабілітації.

Питання екологічної безпеки, сталого розвитку, відповідального ставлення до природи та здоров'я громадян за таких умов набувають особливої уваги. Кліматичні зміни, техногенні катастрофи, зростання промислового навантаження на довкілля та людину, а також непередбачувані наслідки воєнних дій і **спричинені ними екологічні катастрофи** потребують від науковців нових підходів, інноваційних рішень і об'єднання зусиль наукової спільноти.

Щиро вдячний всім, хто долучився до організації та участі у конференції. Впевнений, що ваші дослідження, ідеї та практичні рекомендації стануть вагомим внеском у розвиток екологічної науки, формування екологічної свідомості та культури громадян, а також вдосконалення державної екологічної політики України.

Бажаю учасникам плідної роботи, конструктивних дискусій, нових наукових здобутків і натхнення у спільній справі – **збереження довкілля заради гармонійного майбутнього нашої планети!**

Ректор Національного університету
цивільного захисту України,
кандидат педагогічних наук, доцент,
лауреат Державної премії України в галузі освіти,
Заслужений працівник освіти України,
генерал-майор

Ігор ТОЛОК

СКЛАД ОРГКОМІТЕТУ

Голова:

Ігор ТОЛОК – ректор Національного університету цивільного захисту України, кандидат педагогічних наук, доцент, Заслужений працівник освіти України, генерал-майор

Члени оргкомітету:

Євгеній РИБКА – т.в.о. проректора з наукової роботи Національного університету цивільного захисту України, д.т.н., професор

Володимир ШМАНДІЙ – професор кафедри екології та біотехнологій Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, д.т.н., професор

Олена ХАРЛАМОВА – доцент кафедри екології та біотехнологій Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, д.т.н., доцент

Віталій ЖУК – заступник начальника управління – начальник відділу охорони та відтворення водних ресурсів та морських екосистем Управління сталого природокористування Міністерства економіки, доквілля та сільського господарства України, к.т.н.

Кристина КРИВОНОС – директор КП «Санепідсервіс», м. Харків, к.м.н., доцент

Олена БОЖКО – директор ТОВ НТВК «Україна»

Олександр ВАСЕНКО – завідувач лабораторії досліджень екологічної стійкості об'єктів доквілля та природних територій особливої охорони Науково-дослідної установи «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» (УКРНДІЕП), к.б.н., доцент

Валентина ЮРЧЕНКО – професор кафедри інженерної екології міст Харківського національного університету міського господарства імені **О.М. Бекетова**, д.т.н., професор

Сергій ТАРАСОВ – начальник навчально-наукового інституту інженерної та спеціальної підготовки Національного університету цивільного захисту України, к.н. з держ. упр., доцент

Едуард МИХЛЮК – начальник кафедри підвищення кваліфікації та спеціалізованої підготовки у сфері цивільного захисту Національного університету цивільного захисту України, к.псих.н., доцент

Олександр КОНДРАТЕНКО – професор кафедри пожежної та техногенної безпеки об'єктів та технологій навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки Національного університету цивільного захисту України, д.т.н., професор

Богдан ЦИМБАЛ – професор кафедри підвищення кваліфікації та спеціалізованої підготовки у сфері цивільного захисту Національного університету цивільного захисту України, д.н. з держ. упр., доцент

Неллі ЛЕОНЕНКО – завідувач кафедри менеджменту Національного університету цивільного захисту України, д.н. з держ. упр., професор

Олена ШАРОВАТОВА – доцент кафедри підвищення кваліфікації та спеціалізованої підготовки у сфері цивільного захисту Національного університету цивільного захисту України, к.пед.н., доцент

Олексій ІЛЬІНСЬКИЙ – доцент кафедри підвищення кваліфікації та спеціалізованої підготовки у сфері цивільного захисту Національного університету цивільного захисту України, к.б.н., доцент

Олена БРИГАДА – доцент кафедри підвищення кваліфікації та спеціалізованої підготовки у сфері цивільного захисту Національного університету цивільного захисту України, к.т.н., доцент

ЗМІСТ

Секція 1. Охорона атмосферного повітря

UMERENKOVA K.R., BORISENKO V.G.

USE OF ALTERNATIVE MOTOR FUELS TO IMPROVE MAN-MADE ENVIRONMENTAL SAFETY 15

БАГМУТ Л. Л., МЕЛЬНИК С. В., ЮРЧЕНКО В. О., МЕЛЬНИКОВА О. Г.

ДРІБНОДИСПЕСНІ ЧАСТОЧКИ В ПРИДОРОЖНЬОМУ ПРОСТОРІ МІСЬКИХ АВТОДОРИГ 17

БЕРЕШКО І. М., ГОШ Т. В.

КОНЦЕПЦІЯ СИСТЕМИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ДЖЕРЕЛ АТМОСФЕРНИХ ЗАБРУДНЕНЬ НА ОСНОВІ ЦИФРОВИХ ВІДБИТКІВ 19

ВЛАСЕНКО О. В., МАЙБОРОДА А. О.

ЩОДО ПРОБЛЕМИ МОНІТОРИНГУ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ АВТОТРАНСПОРТОМ У ПРИМІЩЕННІ ПОЖЕЖНОГО ДЕПО 20

КАРБАНЬ А.В., НЕКОС А.Н., БЕЗСОННИЙ В.Л.

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ М. КІЛЛАРНІ (ІРЛАНДІЯ) НА ОСНОВІ ПОКАЗНИКІВ PM_{2,5} ТА PM₁₀ 22

КАРАЧЕВЦЕВ І. О., КРУЧИНА В. В.

ВПЛИВ АВТОТРАНСПОРТУ НА ЯКІСТЬ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ТА ШЛЯХИ ЙОГО ЗМЕНШЕННЯ 24

КОВАЛЕНКО О. С., КОНДРАТЕНКО О. М.

АНАЛІЗ АСПЕКТІВ ЗАБРУДНЕННЯ КОМПОНЕНТІВ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД ВИРОБНИЦТВА ЛАКОФАРБОВИХ МАТЕРІАЛІВ 25

ПАВКО Я. А

ЗНАЧЕННЯ КОНСУЛЬТАТИВНОГО ВИСНОВКУ МІЖНАРОДНОГО СУДУ ООН 2025 РОКУ ДЛЯ ЗАХИСТУ ПРАВ ЛЮДИНИ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ 28

ПЕДАН А. В., КОНДРАТЕНКО О. М.

АНАЛІЗ АСПЕКТІВ ЗАБРУДНЕННЯ КОМПОНЕНТІВ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД ТЕПЛО-ЕЛЕКТРО СТАНЦІЇ 30

СИДОРЕНКО В. Л., ДЕМКІВ А. М.

ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ ПІД ЧАС АНТРОПОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В УМОВАХ СОЦІОЕКОСИСТЕМИ 32

СТЕПАНЕНКО О. С., СТЕПАНЕНКО В. О.

ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ПІД ЧАС ПОЖЕЖ І ТЕХНОГЕННИХ АВАРІЙ 34

ЧІПЧИК І. М., ПОПОВИЧ В. В.

ВПЛИВ НЕБЕЗПЕЧНИХ ЧИННИКІВ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ НА СТАН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ТА МЕТОДИ ЇХ ЗАПОБІГАННЯ 36

ШУМИЛО В. Ю., РАШКЕВИЧ О. С., МЕЛЬНИК І. В.

МОНІТОРИНГ ВИКИДІВ ТА ЗАХИСТ ПЕРСОНАЛУ ПРИ ТЕРМОДЕСТРУКЦІЇ СИНТЕТИЧНИХ ХІМІЧНИХ ВОЛОКОН 38

Секція 2. Охорона водних ресурсів та управління водокористуванням

<i>АНДРЕЄВА Л. І., ПІДКОПАЙ М. Ю.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ З МЕТОЮ ЕКОЛОГІЧНОГО ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ.....	41
<i>АНДРОНОВ В.А.</i> СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДРОЗДІЛІВ НАЦІОНАЛЬНОЇ ГВАРДІЇ УКРАЇНИ	43
<i>ГОРБАТЮК, СТЕПАНЕНКО В. О.</i> ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОНІТОРИНГУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ У ЗОНАХ ПІДВИЩЕНОГО ТЕХНОГЕННОГО РИЗИКУ	45
<i>ГОРИШЕВ Д. М., КОНДРАТЕНКО О. М.</i> АНАЛІЗ АСПЕКТІВ ЗАБРУДНЕННЯ КОМПОНЕНТІВ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД ВОДООЧИСНИХ СПОРУД МЕГАПОЛІСІВ	47
<i>ГУБАР Е. В., СТЕПАНЕНКО В. О.</i> ВПЛИВ ПОЖЕЖНОЇ ТА ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ НА СТАН ВОДНИХ РЕСУРСІВ	49
<i>ЗАРІЦЬКА К. М., СТЕПАНЕНКО В. О.</i> ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ ЗАБРУДНЕННЮ ВОД ПІД ЧАС ПОЖЕЖНО-ТЕХНОГЕННИХ АВАРІЙ	51
<i>КОВАЛЬ О. О., ДАНИК О. М.</i> МОНІТОРИНГ І ВИВЧЕННЯ АНТИПРЕНІВ У ВОДНИХ ОБ'ЄКТАХ – АКТУАЛЬНА ЕКОЛОГІЧНА ПРОБЛЕМА	53
<i>КОВТУН Д. Є.</i> РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД ЗА ДОПОМОГОЮ МОДИФІКОВАНИХ ІОННООБМІННИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	55
<i>ЛЕБЬОДКІН Є. О., ВАРЛАМОВ Є. М., ПАЛАГУТА О. А.</i> ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЙ PM₁₀ В КРИВОМУ РОЗІ В ЗИМОВИЙ ПЕРІОД	57
<i>ЛІТОВКА А. І., БОСЮК А. С.</i> ВПЛИВ СТІЧНИХ ВОД МАШИНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВ НА ВОДНІ ЕКОСИСТЕМИ: ПІДХОДИ ДО ОЧИЩЕННЯ ТА РЕЦИКЛІНГУ	59
<i>ЛІТОВКА А. І., ЄЛІЗАРОВ А. П., БОСЮК А. С.</i> СТІЧНІ ВОДИ ЯК ФАКТОР КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН.....	63
<i>МАЦАК А. О., МАРКОВА А. В., БОРОДАНЕНКО Д. О.</i> ДОЩОВИЙ СТІК ЯК ДЖЕРЕЛО МІКРОПЛАСТИКУ ТА ГУМИ У НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ	62
<i>ПЕКАРЮК Т. Р., КОЧМАР І. М.</i> РІЧКА ТИСА ЯК ОБ'ЄКТ ТРАНСКОРДОННОГО УПРАВЛІННЯ ВОДНИМИ РЕСУРСАМИ.....	66
<i>ПЛОТНИКОВ І. В., КОЛОСКОВ В. Ю., КОЛОСКОВА Г. М.</i> АВТОМАТИЗАЦІЯ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ТЕХНОГЕННО-ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ЗНЕЗАРАЖЕННІ СТІЧНИХ ВОД НА МІСЬКИХ ОЧИСНИХ СПОРУДАХ.....	65
<i>РАШКЕВИЧ Н. В.</i> ВИЗНАЧЕННЯ НЕБЕЗПЕКИ ҐРУНТОВИХ ВОД НА ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ТЕРИТОРІЯХ	67
<i>СІПКО О. В., ТИЩЕНКО Б.</i> МОБІЛЬНІ СИСТЕМИ ВОДОПІДГОТОВКИ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ: ІНТЕГРАЦІЯ З ПРОТИПОЖЕЖНИМ ВОДОПОСТАЧАННЯМ.....	69

СТАРКО М. В.

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ОСНОВ'ЯНСЬКІЙ ВОДОЙМИ З ПОЗИЦІЙ ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ В РЕКРЕАЦІЙНИХ ЦІЛЯХ..... 73

СТАСЬ С. В., ДЖЕВАГА Д. В.

ДЕЯКІ ПИТАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ПЕРЕКАЧУВАННІ ВЕЛИКИХ ОБ'ЄМІВ ВОДИ ПІД ЧАС НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ..... 75

ШВИДЬКО Д. О., КУЗНЕЦОВА Н. В.

ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СПРАВІ ОХОРОНИ ПІДЗЕМНИХ ВОД ВІД ЗАБРУДНЕННЯ 76

Секція 3. Утилізація та раціональне використання відходів

БАТІНА Н. Д., КОНДРАТЕНКО О. М.

АНАЛІЗ АСПЕКТІВ ЗАБРУДНЕННЯ КОМПОНЕНТІВ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД УТИЛІЗАЦІЇ МЕДИЧНИХ ВІДХОДІВ 79

БОГОМАЗ О. П.

ВИКОРИСТАННЯ ПОРОДИ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ВОЛОГИ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ҐРУНТАХ..... 81

ГАПОНЕНКО Ю. І., ДЕГТЯРЕНКО О. О.

ПРОБЛЕМИ БЕЗПЕКИ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ 83

ГРАЙВОРОНСЬКА І. В.

ВИКОРИСТАННЯ ШЛАКОВИХ ВІДХОДІВ В ЯКОСТІ СОРБЕНТІВ ПРИ ОЧИСТЦІ ПРОМИСЛОВИХ ВОД..... 85

ІЛЬІНА А. О.

ВІД ВІДХОДІВ ДО РЕСУРСІВ: ІНВЕСТИЦІЙНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ..... 87

ІСАКОВА О. Ю., МИКИТЕНКО Н. В.

РОЗВИТОК СИСТЕМИ ФАНДОМАТИВ В УКРАЇНІ: СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ 89

КІРЄЄВ О. О., РУСЕНКО К. О.

БЕЗВІДХОДНІ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНІ ВОГНЕГАСНІ ЗАСОБИ НА ОСНОВІ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ..... 91

КЛОЧКО Т. О., ПОНОМАРЕНКО Р. Р.

УТИЛІЗАЦІЯ ТА РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ..... 93

КУТНЯШЕНКО О. І.

ГАЗИФІКАЦІЯ ТПВ ЯК ЕЛЕМЕНТ СУЧАСНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ..... 95

ЛІНІХ А. В., ШМАНДІЙ В. М., РИГАС Т. Є.

РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ В СИСТЕМІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ УКРАЇНИ..... 97

НАЖМУДІНОВА О. М., МАКОВЕЙ Д. А.

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ В УКРАЇНІ 99

ПОЛУШКІН Т. І., САФРАНОВ Т. А.

ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ ПЛАСТИКОВИХ МАТЕРІАЛІВ У ПОТОЦІ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ..... 101

ПРОШУТИНСЬКИЙ С. С., КОНДРАТЕНКО О. М.

АНАЛІЗ АСПЕКТІВ ЗАБРУДНЕННЯ КОМПОНЕНТІВ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД СТИХІЙНОГО СМІТТЄЗВАЛИЩА..... 103

СКОРОБАГАТЬКО Д. В., СТЕПАНЕНКО В. О.

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В УПРАВЛІННІ ПОЖЕЖНОЮ БЕЗПЕКОЮ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ..... 106

<i>СМИРНОВ О. М.</i>	
УТИЛІЗАЦІЯ ФЗАБ-500 ТА ЕФЕКТИВНЕ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ	107
<i>СОКОЛОВ А. О., КУСТОВ М. В.</i>	
АНАЛІЗ СПОСОБІВ ІЗОЛЯЦІЇ РОЗЛИВІВ ХІМІЧНО НЕБЕЗПЕЧНИХ РІДИН.....	110
<i>ТРЕГУБОВ Д. Г., МАЗУРОВ В. С.</i>	
ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕХНОЛОГІЇ МОКРОГО	
ГАСІННЯ МЕТАЛУРГІЙНОГО КОКСУ	112

Секція 4. Екологічна освіта та культура сталого розвитку

<i>BEZSONNYI V. L.</i>	
ENVIRONMENTAL CERTIFICATION AS A TOOL FOR FORMING A CULTURE	
OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN THE HOSPITALITY SECTOR OF	
UKRAINE.....	115
<i>ВЛАСЕНКО О. В., НЕСЕН І. О.</i>	
ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ КУЛЬТУРИ ЧЕРЕЗ ВИКОРИСТАННЯ	
СУЧАСНОЇ ПРОТИПОЖЕЖНОЇ ТЕХНІКИ У СФЕРІ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ	
ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ.....	117
<i>ВНУКОВА Н. В.</i>	
СТВОРЕННЯ СТАЛОЇ ЕКОЛОГООРІЄНТОВАНОЇ МІЖУНІВЕРСИТЕТСЬКОЇ	
МЕРЕЖІ – ЗАПОРУКА НАДІЙНОГО ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНИ	119
<i>ГОЛУС В. А., ДАНИЛОВ С. М.</i>	
ЕКОЛОГІЯ ТА ІННОВАЦІЇ В БУДІВНИЦТВІ: РОЗРОБКА НАЦІОНАЛЬНОГО	
СТАНДАРТУ UBREE ЯК АЛЬТЕРНАТИВИ МІЖНАРОДНИМ СИСТЕМАМ.....	121
<i>ДУШКІН С. С.</i>	
ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА ЯК ОСНОВА ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ	
КОМПЕТЕНТНОСТІ СТУДЕНТІВ-ЕКОЛОГІВ У КОНТЕКСТІ СТАЛОГО	
РОЗВИТКУ.....	123
<i>ЖОГЛО В. М., БЕЛЮЧЕНКО Д. Ю.</i>	
ПРОФЕСІЙНА ПІДГОТОВКА РЯТУВАЛЬНИКІВ ЯК ФАКТОР ЕКОЛОГІЧНОЇ	
БЕЗПЕКИ В УМОВАХ ВОЄННИХ ВИКЛИКІВ.....	125
<i>ЗАРІЦЬКА К. М., ДЕМЕНТ М. О.</i>	
ЕКОЛОГІЧНА КУЛЬТУРА ЯК СКЛАДОВА ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ	
ФАХІВЦІВ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ	127
<i>КРУЧИНА В. В., КЛЕСВСЬКА В. Л., МІРОШНИЧЕНКО О. М.</i>	
ПРОВЕДЕННЯ ТЕМАТИЧНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ ЯК ШЛЯХ	
ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ.....	129
<i>ЛУЦЕНКО С. М., ЛУЦЕНКО С. В.</i>	
ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ В ЕКОЛОГО-	
ГЕОГРАФІЧНІЙ ОСВІТІ В УМОВАХ ВІЙНИ.....	131
<i>НАКЕМПІЙ О. К.</i>	
ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СВІДОМОСТІ МОЛОДІ ЯК ОСНОВА	
СТАЛОГО РОЗВИТКУ СУСПІЛЬСТВА	133

Секція 5. Енергозбереження. Нетрадиційні і відновлювані джерела енергії

<i>АВЛАСЬОНОК К. І., МАСЛОВСЬКИЙ К. С., МАКСИМОВА Н. М.</i>	
ПОШУК ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ	
ВИРОБНИЦТВА	135
<i>АМІРОВ М. Г., КОЛЕСНИК В. Е.</i>	
ОПЕРАТИВНЕ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЛЮДСЬКИХ ПОМІШКАНЬ З	
АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ У НАДЗВИЧАЦНИХ СИТУАЦІЯХ.....	137

<i>ЄФРЕМОВА О. О., МУХА А. І.</i>	
ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ АГРОБІОМАСИ У ХМЕЛЬНИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ	139
<i>КРАСУЛЯ Б. О.</i>	
МАЛІ СОНЯЧНІ БАТАРЕЇ НА БАЛКОНАХ БАГАТОКВАРТИРНИХ БУДИНКІВ – ШЛЯХ ДО ЕКОЛОГІЧНОГО МАЙБУТНЬОГО. ПРИКЛАДИ ПІДХОДІВ З ПРАКТИКИ ФРН.....	141
<i>КРИВОМАЗ Т. І., ЦИБА А. М., ГАМОЦЬКИЙ Р. О.</i>	
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В БАГАТОПОВЕРХОВИХ ЖИТЛОВИХ БУДІВЛЯХ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕТРАДИЦІЙНИХ І ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ.....	143
<i>НЕКЛОНСЬКИЙ І. М.</i>	
ПРОБЛЕМИ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ НА ОБ'ЄКТАХ І СПОРУДАХ ІЗ НАЯВНІСТЮ СОНЯЧНИХ ДЖЕРЕЛ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ.....	145
<i>РЕВЕНКО С. І., КОЛІСНИК Н. М., ІЛЬІНСЬКИЙ О. В.</i>	
ВОДОРОСТІ ЯК ПРИРОДНІ ОЧИСНИКИ ВОДИ І ПОВІТРЯ ТА ДЖЕРЕЛО БІОПАЛИВА.....	147
<i>СТАСЬ С. В., КОЛИЩАК В. Р.</i>	
ЗМЕНШЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ ПРИ ПЕРЕКАЧУВАННІ ВЕЛИКИХ ОБ'ЄМІВ ВОДИ ПІД ЧАС НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ.....	149
<i>ЧЕГОЛЯ А. В., ДЕМЕНТ М. О.</i>	
ВИКОРИСТАННЯ ВІТРОВОЇ ЕНЕРГІЇ ЯК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ДЖЕРЕЛА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ.....	151
<i>ШВЕДОВ В. О.</i>	
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ. РОЗВИТОК НЕТРАДИЦІЙНИХ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ.....	153

Секція 6. Вплив воєнних дій на стан довкілля та природно-заповідний фонд України

<i>АНИЩЕНКО Л. Я, ПІСНЯ Л. А., СВЕРДЛОВ Б. С.</i>	
ВИЗНАЧЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВІДСТУПІВ ВІД ПРАВИЛ СТРАТЕГІЧНОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ ДЛЯ ПОДОЛАННЯ НАСЛІДКІВ ВОЄННИХ ДІЙ.....	156
<i>БЕРЕШКО І. М., ГОЛЬТМАН А. В.</i>	
РОЗРОБКА ПРОГНОСТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОЇ ШКОДИ ҐРУНТАМ ТА ПІДЗЕМНИМ ВОДАМ ВІД БОЙОВИХ ДІЙ НА ОСНОВІ ІНТЕНСИВНОСТІ БОЙОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ	158
<i>БРИКОВСЬКИЙ А. Г.</i>	
ТРАНСФОРМАЦІЯ ЕКОСИСТЕМ ПІД ВПЛИВОМ ВОЄННИХ ДІЙ: СТАН, ЗАГРОЗИ ТА ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИРОДИ УКРАЇНИ.....	159
<i>БУРАКОВА С. Д., КОЛІСНИК Н. М., ІЛЬІНСЬКИЙ О. В.</i>	
РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКА ВІЙНА: ВИКЛИКИ ДЛЯ ДОВКІЛЛЯ.....	160
<i>ДІДОВЕЦЬ Ю. Ю., СТЕПАНЧУК С. О.</i>	
РУЙНУВАННЯ ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМ УНАСЛІДОК БОЙОВИХ ДІЙ В УКРАЇНІ	162
<i>ЗЕМЛЯНСЬКИЙ О.М., ЯЩЕНКО О.А.</i>	
ВОЄННИЙ ВПЛИВ НА ПРИРОДНІ ЗАПОВІДНИКИ УКРАЇНИ	163
<i>ІВАНЕНКО С.Є., ШУЛІКА Б. О.</i>	
АЛГОРИТМ ГЕОПРОСТОРОВОГО МОНІТОРИНГУ ДЛЯ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ВОЄННИХ ДІЙ НА ЛАНДШАФТИ	164

<i>КЛИМОВ О. В., НАДТОЧІЙ Г. С., КЛИМОВ Д. О., ГАЙДРІХ І. М.</i>	
ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА СТАН ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ УКРАЇНИ.....	167
<i>КЛОЧКО Т. О., КОВАЛЕНКО С. Ю., БРУК В. В.</i>	
ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОЇ ШКОДИ ТА ЗБИТКІВ НА ОСНОВІ ДАНИХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ (НА ПРИКЛАДІ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ)	169
<i>КОЗОДОЙ Н. В., КОЗОДОЙ О. Д.</i>	
ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВІЙНИ В УКРАЇНІ: ЗАГРОЗА ДОВКІЛЛЮ ТА БІОРИЗНОМАНІТТЮ.....	171
<i>КОРОЛЬ О. В.</i>	
НАСЛІДКИ МІЛІТАРНОГО ВПЛИВУ НА СТАН ЛАНДШАФТІВ ПРИРОДООХОРОННИХ ОБ'ЄКТІВ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	173
<i>КОЧАНОВ Е. О., НЕКОС А. Н., БЕЗСОННИЙ В. Л.</i>	
МОДЕЛЮВАННЯ НАСЛІДКІВ АВАРІЙ НА ХІМІЧНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТАХ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ГРОМАДЯН	175
<i>КРАЙНОВ І. П., НУРМАГОМЕДОВ Б. В., КІНАШЕНКО О. Ю.</i>	
ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ПІД ЧАС АНАЛІЗУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ НАСЛІДКІВ ВОЄННИХ ЗЛОЧИНІВ ПРОТИ ДОВКІЛЛЯ.....	177
<i>КРАЙНОВ І. П., САБАДАШ В. В., ЧЕРНІГІВСЬКИЙ К. В.</i>	
ДЕЯКІ АСПЕКТИ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ШКОДИ ТА РОЗРАХУНКУ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗБИТКІВ ВОЄННИХ ЗЛОЧИНІВ ПРОТИ ДОВКІЛЛЯ	179
<i>ЛУКАЩУК О. І.</i>	
ЕКОЛОГІЧНА ШКОДА ВІД ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ ДЛЯ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ ТА БІОРИЗНОМАНІТТЯ УКРАЇНИ.....	181
<i>МІРОНОВ І. В., КОЛЕСНИК В. Е., БУЧАВИЙ Ю. В.</i>	
ГЕОІНФОРМАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ШКОДИ ВІД БОЙОВИХ ДІЙ ТА ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ У ПАСПОРТИЗАЦІЇ ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК.....	183
<i>ПОЛІВАНОВ О. Г.</i>	
ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА СТАН ДОВКІЛЛЯ В УКРАЇНІ.....	186
<i>ПОЛОВ'ЯН А. В., ДЕМЕНТ М. О.</i>	
ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВІЙНИ: РУЙНУВАННЯ ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ЗАГРОЗИ ДЛЯ НАЦІОНАЛЬНИХ ЗАПОВІДНИКІВ УКРАЇНИ.....	188
<i>САКУН А. О., КУТКОВИЙ Д. О. ПАЩЕНКО П. С.</i>	
ЗМІНИ ПРОСТОРОВОЇ СТРУКТУРИ ПОПУЛЯЦІЙ ПТАХІВ У ПРИФРОНТОВИХ РАЙОНАХ.....	190
<i>СЕНЧИХІН Ю. М., МАХМУРЯН А. С.</i>	
ОСОБЛИВОСТІ ГАСІННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ В УМОВАХ БОЙОВИХ ДІЙ.....	191
<i>СЕРІКОВА О. М., ГОЛОТА В. В.</i>	
АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ТРАНСПОРТУВАННЯ НАФТОПРОДУКТІВ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ	193
<i>УСОВА П. О., КОЛІСНИК Н. М., ІЛЬІНСЬКИЙ О. В.</i>	
ВИКОРИСТАННЯ ДЗЗ ДЛЯ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ВІЙНИ НА ДОВКІЛЛЯ	195
<i>ЦАПКО Н. С., КЛИМОВ О. В., НАДТОЧІЙ Г. С., ГАЙДРІХ І. М., КЛИМОВ Д. О.</i>	
ЕКОЛОГІЧНІ ВИКЛИКИ ТА НАПРЯМИ МІНІМІЗАЦІЇ ВПЛИВУ РОЗМІНУВАННЯ ТЕРИТОРІЙ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ В УКРАЇНІ	197
<i>ЦИМБАЛ Б. М., КУЗЬМІНСЬКА А. В.</i>	
ВПЛИВ ВІЙНИ НА СТАН ЕКОСИСТЕМ ТА ЗАПОВІДНИХ ОБ'ЄКТІВ УКРАЇНИ.....	199

Секція 7. Безпека праці і здоров'я громадян

<i>БЕЛЮЧЕНКО Д. Ю., ПОЛОВ'ЯН А. В., ЧЕГОЛЯ А. В.</i> ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ВИСОТНО-РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ	199
<i>БЕЗПАЛЬЧЕНКО В. М., СЕМЕНЧЕНКО О. О., МИХАЛИК А. В.</i> БЕЗПЕКА ПРАЦІ В УМОВАХ ВПРОВАДЖЕННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ВИРОБНИЦТВО ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ.....	201
<i>БИРКО В. В., НЕСЕН І. О.</i> РОЛЬ РЯТУВАЛЬНИКІВ У ЗАПОБІГАННІ ЕКОЛОГІЧНИМ ЗАГРОЗАМ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ.....	203
<i>БРИГАДА О. В., БУКРЄЄВА К. О.</i> ВИКОРИСТАННЯ РИЗИКОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ НА АВТОТРАНСПОРТНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КРИТИЧНИХ АСПЕКТІВ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ	205
<i>ВАСЮНІН Б. О., МИКИТЕНКО Р. В., ДУБІНІН Д. П.</i> ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ГАСІННЯ ПОЖЕЖ НА ОБ'ЄКТАХ ІЗ ЗБЕРІГАННЯМ СПИРТОВМІСНИХ РІДИН В УМОВАХ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ.....	207
<i>ВАЩЕНКО В. О., ШАРОВАТОВА О. П.</i> ЕРГОНОМІЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ РОБОЧИХ МІСЦЬ РЯТУВАЛЬНИКІВ З УРАХУВАННЯМ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ РИЗИКУ	209
<i>ВЕЛИКИЙ А. О., ШАРОВАТОВА О. П.</i> ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНІ РОБОЧІ МІСЦЯ.....	210
<i>ВОВК Н. П., МОХНАР Л. І.</i> ТЕРАПЕВТИЧНА ХОРТИКУЛЬТУРА: ЕФЕКТИВНІСТЬ В УМОВАХ ВІЙНИ.....	212
<i>ВОВК Н. П., ЧЕРНЕНКО О. М., ЖОГЛО О. В.</i> ХОРТИТЕРАПІЯ ЯК МЕТОД ЗБЕРЕЖЕННЯ ПСИХІЧНОГО ЗДОРОВ'Я В УМОВАХ ВІЙНИ.....	214
<i>ЖОГЛО О. В., ВОВК Н. П., ЧЕРНЕНКО О. М.</i> ЕКОТРИВОГА ЯК ПСИХОЛОГІЧНИЙ ВИКЛИК ДЛЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ТА ЗДОРОВ'Я ГРОМАДЯН.....	216
<i>ЗЕЛЮК Я. Р., ШАРОВАТОВА О. П.</i> УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВАХ МАЛОГО ТА СЕРЕДНЬОГО БІЗНЕСУ: ПРОБЛЕМИ ТА РІШЕННЯ.....	217
<i>КОСТЕНКО Т. В., ГОРБАТЮК Р. Ю., ГРЕЧКА Н. В.</i> СТВОРЕННЯ ПРОТИПОЖЕЖНИХ МАСКУВАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ	219
<i>ЛАВРИНЕНКО О. С., ШАРОВАТОВА О. П.</i> АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО АТЕСТАЦІЇ ТА ПАСПОРТИЗАЦІЇ РОБОЧИХ МІСЦЬ ЗА УМОВАМИ ПРАЦІ	220
<i>ЛЕБЕДОВИЧ Є. Є., АФАНАСЕНКО К. А.</i> СУЧАСНИЙ СТАН ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ, ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ ТА ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ.....	223
<i>ЛИПОВИЙ В. О., ЄЗЕРСЬКА Ю. М.</i> БЕЗПЕКА НАСЕЛЕННЯ ПІД ЧАС РУЙНУВАННЯ РВС: РОЗРОБКА СЦЕНАРІЇВ ВИНИКНЕННЯ ТА РОЗВИТКУ ПОЖЕЖІ	225
<i>ЛІЛА Є. І., АФАНАСЕНКО К. А., ГОЛОВЧЕНКО С. І.</i> БЕЗПЕКА ПРАЦІ: ВИЗНАЧЕННЯ ПЛОЩІ РОЗТІКАННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ РІДИН ЗА ДОПОМОГОЮ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДУ	227
<i>НЕГРІЙ Т. О., МІХЄЄВА А. О.</i> РОЛЬ РОСЛИН У ФОРМУВАННІ МІКРОКЛІМАТУ ПРИМІЩЕНЬ ІЗ ВИСОКОЮ КОНЦЕНТРАЦІЄЮ ЛЮДЕЙ	229

<i>ОВДІСНКО Є. О.</i>	
ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА МАШИННОГО ЗОРУ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ НА ПРЕСОВО-ШТАМПОВОМУ ОБЛАДНАННІ.....	231
<i>ОСАДЧА М. С., ШАРОВАТОВА О. П.</i>	
РОЗРОБЛЕННЯ АЛГОРИТМІВ ПРОГНОЗУВАННЯ НАСЛІДКІВ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	233
<i>ПАВЛИК С. В., ШАРОВАТОВА О. П.</i>	
ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВІЙНИ ЯК ФАКТОР ПРОФЕСІЙНОГО РИЗИКУ: ВЗАЄМОЗАЛЕЖНІСТЬ ТРУДОВОЇ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ	235
<i>ПИЛИПЕНКО О. В., ШАЛОМОВ В. А.</i>	
ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ДЖЕРЕЛ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ МЕТОДОМ МОНТЕ КАРЛО	237
<i>ПЛІСКО Ю. В.</i>	
БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ: УПРАВЛІННЯ ТА НАГЛЯД.....	239
<i>СМИРНОВ О. М.</i>	
БЕЗПЕКА ПРАЦІ ПІД ЧАС РЕМОНТУ (ВІДНОВЛЕННЯ) СТРІЛЯНИХ СТАЛЕВИХ ГІЛЬЗ 100-ММ 4Г8 (4Г8А) ТА 122-ММ 4Г5 (4Г5-1).....	241
<i>ТАВРЕЛЬ М. І.</i>	
ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ ЗДОРОВ'Я РОБІТНИКІВ ПІД ЧАС РОЗБОРКИ РУЙН І СОРТУВАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	243
<i>ФОРМІН А. С., ШАРОВАТОВА О. П.</i>	
ЦИФРОВІЗАЦІЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ: ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	246
<i>ЦИМБАЛ Б. М., БЕНЧАК П. І.</i>	
АНАЛІЗ ТРАВМОНЕБЕЗПЕЧНИХ ФАКТОРІВ ПРИ РОБОТІ З ЕЛЕКТРОІНСТРУМЕНТОМ ТА МЕТОДИ ЇХ УСУНЕННЯ.....	246
<i>ЦИМБАЛ Б. М., ВЕЛИКИЙ А. О.</i>	
ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВІ З РИЗИКОРІЄНТОВАНИМ ПІДХОДОМ	249
<i>ЦИМБАЛ Б. М., ГОЛОБОРОДЬКО Є. М.</i>	
ОСОБЛИВОСТІ ІНТЕГРАЦІЇ УКРАЇНСЬКОЇ НАГЛЯДОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ З ОХОРОНИ ПРАЦІ В СИСТЕМУ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ	251
<i>ЦИМБАЛ Б. М., ГОЛОВЧЕНКО Ю. В.</i>	
ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ МОТИВАЦІЇ ПРАЦІВНИКІВ ДО ДОТРИМАННЯ ВИМОГ ОХОРОНИ ПРАЦІ	253
<i>ЦИМБАЛ Б. М., ЄНА В. О.</i>	
УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВАХ МАЛОГО ТА СЕРЕДНЬОГО БІЗНЕСУ: ПРОБЛЕМИ ТА ВИРІШЕННЯ	255
<i>ЦИМБАЛ Б. М., КАЗІНЕЦЬ Р. А.</i>	
РОЛЬ СЛУЖБИ ОХОРОНИ ПРАЦІ У СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ ПІДПРИЄМСТВА	256
<i>ЦИМБАЛ Б. М., ЛАВРІНЕНКО О. С.</i>	
ВИКОРИСТАННЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ (AR) У НАВЧАННІ ТА ПЕРЕВІРЦІ ЗНАНЬ З ОХОРОНИ ПРАЦІ	258
<i>ЦИМБАЛ Б. М., МІРОШНІЧЕНКО А. В.</i>	
АНАЛІЗ РІВНЯ ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА РОБОЧИХ МІСЦЯХ ТА НАПРЯМІВ ЙОГО ЗНИЖЕННЯ	260

<i>ЦИМБАЛ Б. М., ПОНОМАРЕНКО Є. І.</i>	
КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ПРОФЕСІЙНИХ РИЗИКІВ ПРАЦІВНИКІВ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ЗА ПОКАЗНИКАМИ ФІЗІОЛОГІЧНОГО ТА ПСИХОЕМОЦІЙНОГО НАВАНТАЖЕННЯ.....	262
<i>ЦИМБАЛ Б. М., СОКОЛОВ В. Д.</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКУ РОБІТНИКІВ	263
<i>ЦИМБАЛ Б. М., ХАЛЕПА Ю. В.</i>	
МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКОВИХ РИЗИКІВ ПРАЦІВНИКІВ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ РОБІТ	265
<i>ЦИМБАЛ Б. М., ЧУПРИНА Н. А.</i>	
РОЛЬ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ПРОГНОЗУВАННІ ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ	267
<i>ЦИМБАЛ Б. М., ШАПОШНИК О. О.</i>	
ПРОФІЛАКТИКА ПРОФЕСІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ НА ОСНОВІ НАУКОВИХ МЕТОДИК.....	269
<i>ЦИМБАЛ Б. М., ШТУКІНА В. В.</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ.....	270
<i>ЧЕРКАШИН О. В., КИПИЧ О. Ю.</i>	
ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ЗА ПРИЗНАЧЕННЯМ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ	272
<i>ЧЕРКАШИН О. В., КИПИЧ О. Ю.</i>	
УДОСКОНАЛЕННЯ НАПРЯМКІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ДІЯЛЬНОСТІ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ В УМОВАХ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ.....	274
<i>ЧЕРНЕНКО О. М., ВОВК Н. П.</i>	
ОБЛІК НЕЩАСНИХ ВИПАДКІВ, ПРОФЕСІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ТА АВАРІЙ НА ВИРОБНИЦТВІ.....	276
<i>ШАЛОМОВ В. А., ХРЯП П. Д., ЖИРКОВ В. Ю.</i>	
АКТУАЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ЕКЗОСКЕЛЕТІВ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ КІЛЬКОСТІ ПРОФЕСІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ОПОРНО-РУХОВОГО АПАРАТУ	278
<i>ШАПОВАЛОВ В. А., БУДІН Є. І.</i>	
УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОМОСТОВИХ ВАНТАЖОПІДЙМАЛЬНИХ КРАНІВ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМПЛЕКСУ	280
<i>ШАРОВАТОВА О. П., ФЕДОРЯКА О. І.</i>	
БЕЗПЕКА ПРАЦІ І ЗДОРОВ'Я ГРОМАДЯН В КОНТЕКСТІ ЕКОЛОГІЧНИХ ВИКЛИКІВ СЬОГОДЕННЯ.....	282
<i>ШАХВСТА С. В., ШАРОВАТОВА О. П.</i>	
ЕКОСИСТЕМА ПРОФЕСІЙНОЇ БЕЗПЕКИ: НОВІТНЯ КОНЦЕПЦІЯ В КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ЛЮДСТВА	284
<i>ШЛЕМЕН І. О., ШАРОВАТОВА О. П.</i>	
ЕКОЛОГІЧНІ ВИКЛИКИ СУЧАСНОГО СВІТУ: БЕЗПЕКА ПРАЦІ І МЕНТАЛЬНЕ ЗДОРОВ'Я ГРОМАДЯН	287
<i>ЩЕРБАК С. М.</i>	
БЕЗПЕКА ОСОБОВОГО СКЛАДУ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ.....	289
<i>ЩЕРБАК С. М., ЧИЖИК М. В.</i>	
ЗАХИСТ ГРОМАДЯН ТА БЕЗПЕКА ОСОБОВОГО СКЛАДУ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ В УМОВАХ МАСОВИХ РУЙНУВАНЬ ПІД ЧАС ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ.....	290

Секція 1. Охорона атмосферного повітря

УДК 532+541.11

USE OF ALTERNATIVE MOTOR FUELS TO IMPROVE MAN-MADE ENVIRONMENTAL SAFETY

*Umerenkova K. R., Candidate of Engineering Sci., Associate Professor
Borisenko V. G., Candidate of Physical and Mathematical Sci., Associate Professor
National University of Civil Protection of Ukraine*

It is now clear that to a large extent the most effective way to solve the problem of ensuring technogenic environmental safety and protecting atmospheric air, in particular, is based on reducing the consumption of traditional petroleum fuels and reducing emissions of toxic substances into the atmosphere by transport engines.

Significant anthropogenic load on the biosphere in large cities leads to significant changes in their mesoclimate, which is determined, as a rule, by the formation of a dome of smoke and dust, that is, a special layer of air saturated with gas impurities and various aerosols. This leads to an increase in the greenhouse effect, which is caused by a high concentration of water vapor and carbon dioxide, as well as to a change in the intensity of solar radiation due to changes in the optical properties of the (atmospheric layer) near-Earth layer of air. Gradually, a large number of toxic, carcinogenic and mutagenic compounds accumulate in the atmosphere above cities, which enter the environment with the combustion products of coal, oil, motor vehicle fuels (more than 70% of all harmful emissions) and industrial enterprises. All this significantly disrupts the balance in the biosphere and poses the problem of ecology as the most important for society.

An approximate estimate of the total mass of toxic, mutagenic and carcinogenic substances entering the atmosphere of Ukraine with exhaust gases (EG) from motor vehicle engines is 4560 thousand tons per year. Given that the bulk of harmful emissions is concentrated in the smoke and dust domes of cities, it can be reasonably assumed that each urban resident accounts for at least 130 kg of toxic emissions annually [1].

One of the directions for solving the problem of atmospheric pollution by harmful emissions is the use of alternative fuels and, in particular, natural gas (NG) and biogas (BG), which are close in their characteristics to NG, which allows significantly improving the environmental characteristics of transport [2].

This requires the development and implementation of technology for retrofitting gasoline and diesel vehicles, as well as the creation of modern “ecological engines.” Abroad, the production of gas engines is quite well developed and a number of companies produce engines that operate simultaneously on both traditional fuel and BG or NG.

In Ukraine, there is still no widespread use of alternative motor fuels (AMF) for installations with internal combustion engines (ICE), therefore the development of this area seems relevant.

The use of natural gas and biogas as motor fuels for transport leads to a reduction in the level of emissions EG of harmful substances from natural gas. Thus, in comparison with gasoline engines, the content of toxic substances in the combustion products of gas engines (gasoline/natural gas) is reduced: lead – 0,42/0 g/dm³, SO₂ – 5,5/0 ppm, NO_x – 257,3/18,0 ppm, CH – 83,2/19,2 ppm, CO – 1,46/0,16%. It is obvious that the use of PG and BG instead of gasoline allows to significantly reduce the level of toxicity of EG.

The problem of using AMF for transport internal combustion engines requires the development of modern methods for predicting the thermophysical properties of fuels in wide ranges of states – from the parameters of the state of liquefied gas to the parameters of the state of combustion products.

A method for calculating AMF parameters (in particular, PG and BG) used in mathematical modeling of internal combustion engine operating processes with a low level of harmful substances in exhaust gases is proposed [3].

Information on the thermophysical properties of fuels allows for more accurate modeling of internal combustion engine operating cycle processes, adjustment of the design and characteristics of engine power dosing systems, and characteristics of control systems.

In Table 1, the calculated values of the molar volume of the hydrocarbon mixture, corresponding to the possible composition of PG and BG, are compared with the experimental data given in [2]. The calculation error shows the agreement of the experimental and calculated values.

Table 1 – Experimental and calculated values of molar volumes of hydrocarbon mixtures

Calculation [3]					
Mixture composition. Mole fractions of components, %	T, K	P, MPa	V _{exp} , м ³ /кмол	V _{calc} , м ³ /кмол	Error, %
CH ₄ =77,43 C ₂ H ₆ =5,74 C ₃ H ₈ =2,99 n-C ₅ H ₁₂ =4,66 C ₇ H ₁₆ =3,59 C ₁₀ H ₂₂ =2,63 H ₂ S=2,96	338,71	21,75	0,1003	0,1004	0,09

REFERENCES

1. Малярєнко В.А., Яковлев О.І., Жданов І.Г. Розвиток біоенергетики важливий шлях підвищення сільгоспвиробника. Енергопостачання, енергетика, енергоаудит. 2006. № 12, С. 8 – 20.
2. Lelf Ohlsson. Forstudieprojekt dvs mojligheter till produktion dv biodrivmedel i Gavleors lan. Gavle Dala Energikontor, 2006. № 5,. Р. 1 – 4.
3. Умеренкова К.Р., Борисенко В.Г. Перспективи використання альтернативних палив і методика визначення їх теплофізичних характеристик: монографія, Харків: НУЦЗ України, 2021. 101 с.

ДРІБНОДИСПЕСНІ ЧАСТОЧКИ В ПРИДОРОЖНЬОМУ ПРОСТОРІ МІСЬКИХ АВТОДОРІГ

*Багмут Л. Л., Мельник С. В. аспіранти,
Юрченко В. О., д.т.н., проф.,
Мельнікова О. Г., к.т.н., доцент,
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова*

Дрібнодисперсні часточки діаметром 10, 2,5 та 1 мкм (PM_{10} , $PM_{2,5}$ та PM_1) становлять найбільшу екологічну небезпеку для атмосферного повітря урбанізованих територій. Забруднення повітря РМ в містах по всьому світу становить, в середньому, 27 %. PM_{10} і $PM_{2,5}$ зазвичай утворюються з різних джерел емісії, а крім того, мають різний хімічний склад. Викиди від спалювання бензину, нафти, дизельного палива або деревини утворюють значну частину забруднення з часточками $PM_{2,5}$, тоді як PM_{10} переважно формується з пилу будівельних майданчиків, промислових джерел, лісових пожеж та спалювання чагарників/відходів, сміттєзвалищ та сільського господарства, пилок та фрагменти бактерій.

РМ можуть надходити до атмосфери напряму з джерел (первинні частинки) або формуватися в атмосфері внаслідок хімічних реакцій газів (вторинні частинки), таких як діоксид сірки (SO_2), оксиди азоту (NO_x), сполуки амонію та деякі органічні сполуки. $PM_{2,5}$ та PM_{10} під час дихання можуть проникати в дихальну систему і призвести до пошкодження легеневої тканини, спричиняти запалення легень, а хімічний склад деяких часточок виявляє канцерогенні властивості. Нормування РМ в більшості країн світу проводиться за допустимим вмістом $PM_{2,5}$ і PM_{10} в атмосферному повітрі.

Проби аерозолів, взяті в міських районах в Європі, показують, що викиди автотранспорту, особливо дизельні вихлопи, зазвичай є найбільш значним джерелом ультрадисперсних (аеродинамічний діаметр частинок менше 0,1 мкм) і дрібнодисперсних частинок ($PM_{2,5}$) в міському середовищі. Причому автомобільний транспорт є джерелом не лише первинних РМ, але й вторинних, що утворюються з хімічних сполук, зокрема NH_3 , які надходять до атмосферного повітря придорожнього простору разом з відпрацьованими газами транспортних засобів.

Мета роботи – кількісна оцінка забруднення атмосферного повітря в придорожньому просторі високо екологічно небезпечними дрібнодисперсними часточками з викидів автотранспорту.

Об'єктом дослідження були атмосфера придорожнього простору на територіях, що прилягають до автомобільних доріг з різною інтенсивністю руху в м. Харкові. Пряме вимірювання концентрації частинок PM_1 , $PM_{2,5}$ та PM_{10} в атмосферному повітрі виконували за допомогою високоточного приладу VSON Agris WP 6910, оснащеного камерою лазерного виявлення частинок з розміром

PM_{2,5} та PM₁₀. Вимірювання концентрації частинок PM₁₀ та PM_{2,5} в атмосферному повітрі в зимовий період проводили опосередкованим методом за допомогою мікроскопічних дослідження проб розталого снігу на вміст частинок PM₁₀ та PM_{2,5}.

Результати прямих вимірів концентрації дрібнодисперсних часточок (PM₁, PM_{2,5} та PM₁₀) в атмосфері придорожного простору цих вулиць у вечірній час пік (16-00 – 17-30, травень 2025) представлено в табл. Як видно, концентрації дрібнодисперсних часточок PM_{2,5} в атмосфері придорожного простору на ділянці провулку Фанінський перевищують нормативно допустимі – 25 мг/м³ (Європейський стандарт, 2024). Серед дрібнодисперсних часточок в атмосфері придорожного простору досліджених ділянок переважають PM_{2,5} і PM₁₀.

Таблиця – Концентрація дрібнодисперсних часточок в атмосфері придорожного простору досліджених автодоріг

Автодорога	Відстань від атодороги при вимірюванні, м	Середнє значення концентрації дрібнодисперсних часточок в атмосфері придорожного простору, мкг/м ³		
		PM ₁	PM _{2,5}	PM ₁₀
Пр. Науки	15	10,0±1,63	17,0/±5,50	17,0±6,58
Провулок Фанінський	1	10,3,0±3,86	29,3±20,43	28,8±27,52

Мікроскопування талого снігу з придорожного простору виявило в досліджуваних пробах наявність дрібнодисперсних часточок з розміром менше 10 мкм. За кількістю вони склали до 25% усіх часточок, виявлених в досліджуваних пробах.

У вихідні та у будні по всіх 3 розмірах часточок найменша їх концентрація в приземному шарі атмосфери спостерігалась о 15.00. У вихідний день по всіх розмірах часточок найбільше забруднення спостерігалось о 21.00, у будній день найбільше забруднення спостерігалось о 8.00, що відповідає періоду найбільшої інтенсивності міського трафіку. В будній день середня за день концентрація часточок за абсолютною величиною (по всіх розмірах) була вдвічі більша за середньодобову концентрацію часточок, яку встановлювали у вихідний день. Концентрація усіх видів дрібнодисперсних часточок всередині придомової території (всередині дворів) була вдвічі менша ніж вимірювана в цей час концентрація часточок біля доріг.

Проведені дослідження довели, що в придорожному просторі автодоріг в м. Харкові концентрація дрібнодисперсних часточок може досягати екологічно небезпечних рівнів. Особливо небезпечними є години пік в будні та вихідні дні.

КОНЦЕПЦІЯ СИСТЕМИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ДЖЕРЕЛ АТМОСФЕРНИХ ЗАБРУДНЕНЬ НА ОСНОВІ ЦИФРОВИХ ВІДБИТКІВ

Берешко І. М., к.т.н., доцент,

Гош Т. В., студентка,

Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут»

Запропоновано концептуальний підхід для майбутньої розробки системи миттєвої ідентифікації джерел викидів. Його основою має стати попереднє моделювання з використанням методу клітинних автоматів [1] для генерації унікального цифрового відбитка для кожного промислового об'єкта. Цей відбиток концептуально являтиме собою набір координат із прогнозовано найвищими концентраціями забруднюючих речовин.

Ключовою перевагою майбутньої системи має стати швидкість ідентифікації. За задумом, при фіксації перевищення норм на спостережному посту система не вимагатиме складних розрахунків у реальному часі. Запропонований алгоритм передбачає миттєве порівняння координат поста з базою даних попередньо розрахованих відбитків для визначення основного порушника.

Для формування унікального сліду запропоновано стратегію комбінування точок. Модель має враховувати не тільки локальні максимуми концентрацій, а й точки з максимальним сумарним впливом та унікальні ідентифікаційні точки, що визначатимуться специфікою розташування джерела.

Окремого дослідження вимагатиме задача оптимізації мережі спостережних постів [2]. Теоретично, алгоритм має знаходити мінімальну кількість точок для розміщення постів, які покриватимуть унікальні сліди від максимальної кількості підприємств. Реалізація цієї концепції може перетворити пасивний моніторинг на потужний інструмент активного контролю та оперативного виявлення порушника (підприємства), а також конкретного джерела, на якому здійснюється понаднормативні викиди.

ЛІТЕРАТУРА

1. Middleton D. R. A random walk dispersion model for convective boundary layers based on cellular automata // Atmospheric Environment. 2020. Vol. 223. P. 117194. URL: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2019.117194>.

2. Моніторинг навколишнього природного середовища. Концептуальні положення й шляхи реалізації [Текст]: монографія / Є.М. Варламов, В.А. Квасов, В.В. Брук, І.М. Берешко; за ред. Є.М. Варламова; Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут". Харків: ХАІ, 2016. 188 с.

ЩОДО ПРОБЛЕМИ МОНІТОРИНГУ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ АВТОТРАНСПОРТОМ У ПРИМІЩЕННІ ПОЖЕЖНОГО ДЕПО

Власенко О. В., викладач,

Майборода А. О., к. пед. н., доц.,

Національний університет цивільного захисту України

На даний час проблема моніторингу забруднення атмосферного повітря викидами автотранспорту в приміщеннях пожежних депо є актуальною. Пожежні автомобілі, як джерело вихлопних газів, сприяють накопиченню шкідливих частинок $PM_{2.5}$ і PM_{10} , що загрожує здоров'ю рятувальників. На основі аналізу кореляції концентрацій $PM_{2.5}$ і PM_{10} , математичних моделей поширення забруднень та інноваційних автономних систем моніторингу запропоновано підходи до оцінки та прогнозування якості повітря. Використано дані з вимірювань у міських районах та промислових зонах для адаптації до умов депо. Запропоновано впровадження автономного аеромобільного комплексу для безперервного моніторингу. Забруднення атмосферного повітря викидами автотранспорту є однією з ключових екологічних проблем сучасності, особливо в закритих приміщеннях, таких як пожежні депо, де пожежні автомобілі регулярно запускаються для перевірки або виїздів, такі викиди містять дрібнодисперсні частинки $PM_{2.5}$ діаметром менше 2,5 мкм і PM_{10} діаметром менше 10 мкм, які проникають глибоко в дихальну систему, викликаючи респіраторні захворювання, серцево-судинні проблеми та підвищену смертність. У пожежних депо проблема загострюється через обмежений повітрообмін, накопичення забруднень і постійну присутність персоналу. Метою тез є аналіз проблеми моніторингу забруднення повітря автотранспортом у таких приміщеннях та пропозиції інноваційних рішень на основі існуючих наукових доробків. Дослідження кореляції між концентраціями $PM_{2.5}$ і PM_{10} у повітрі показує сильний взаємозв'язок, де $PM_{2.5}$ становить близько 50-70% від PM_{10} , залежно від джерел забруднення. Використовуючи набір даних з 422 тис. вимірювань, встановлено, що кореляційний коефіцієнт сягає 0,92, що свідчить про спільні джерела, такі як вихлопні гази автотранспорту [1]. У приміщеннях пожежних депо, де пожежні машини працюють на дизельному паливі, концентрації PM_{10} можуть перевищувати гранично допустимі значення ВООЗ – 50 мкг/м³ на добу, досягаючи 200 мкг/м³ під час запуску двигунів [2]. Математичне моделювання поширення забруднень, наприклад, у районі «Єспланада» м. Суми, показало, що інтенсивність руху автотранспорту (до 2000 одиниць/год) призводить до перевищення норм CO, NO₂ та PM у 1,5-2 рази [3]. Аналогічно, у промислових районах, як біля коксохімічного виробництва м. Дніпро, комплексний індекс забруднення атмосфери (ІЗА) сягає 15 – 20, з домінуванням викидів від

транспортних засобів. Ці моделі можна адаптувати до закритих приміщень, враховуючи фактори вентиляції та акумуляції.

Для ефективного моніторингу запропоновано використання автономного аеромобільного вимірювального комплексу на базі Sniffer4D Hyper-local Air Quality Analyzer, інтегрованого з сонячними батареями для безперервної роботи. Ця система дозволяє вимірювати концентрації CO, SO₂, NO₂, CO₂ та PM у реальному часі, моделюючи динаміку поширення забруднень за допомогою різницевого рівняння турбулентної дифузії та інтервальних моделей фонового забруднення [4]. У пожежних депо такий комплекс може бути розміщений на мобільній платформі, забезпечуючи візуалізацію даних через програмне забезпечення для прогнозування ризиків. Це дозволить оперативно реагувати на перевищення норм, наприклад, активуючи посилену вентиляцію. Проблема моніторингу забруднення повітря автотранспортом у пожежних депо вимагає інтеграції традиційних методів оцінки, таких як кореляційний аналіз PM_{2.5}/PM₁₀ з інноваційними системами автономного моніторингу.

Впровадження запропонованих рішень сприятиме захисту здоров'я рятувальників і зменшенню екологічних ризиків. Подальші дослідження мають фокусуватися на адаптації моделей до специфічних умов депо.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лобода М.О. Дослідження взаємозв'язку концентрацій частинок PM_{2.5} і PM₁₀ у повітрі / М.О. Лобода, Я.А. Кулик // Вісник Вінницького національного технічного університету. 2025. № 1. С. 1 – 5.

2. Sydoruk O. I. Mathematical modeling of pollutant dispersion from vehicle emissions in urban environments / O.I. Sydoruk, V.M. Hnatyshyn // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2022. Vol. 3, No. 10 (117). P. 6 – 14. (Scopus-indexed; DOI: 10.15587/1729-4061.2022.258912; UDC 614.7).

3. Hrinchenko M.M. Assessment of air pollution levels in industrial zones with traffic impact: case study of Dnipro region / M.M. Hrinchenko, O.V. Rubel // Journal of Ecological Engineering. 2021. Vol. 22, No. 5. P. 145 – 156. (Scopus-indexed; DOI: 10.12911/22998993/135678; UDC 614.7).

4. Дивак М.П. Система моніторингу забруднення повітря автотранспортом на базі автономного аеромобільного вимірювального комплексу / М.П. Дивак, В.І. Манжула, А.М. Мельник, В.С. Тимчишин // Оптичні та опто-електронні сенсори і перетворювачі в системах керування та екологічного моніторингу. 2021. № 42 (2). С. 73 – 83.

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ м. КІЛЛАРНІ (ІРЛАНДІЯ) НА ОСНОВІ ПОКАЗНИКІВ $PM_{2.5}$ ТА PM_{10}

Карбань А. В., студентка,

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Некос А. Н. д-р геогр. наук, проф.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Безсонний В. Л., д.т.н., доц.

Харківський національного економічного університету імені Семена Кузнеця

Атмосферне повітря є найважливішим компонентом природного середовища, що безпосередньо впливає на стан здоров'я людини та функціонування екосистем. Забруднення повітря дрібнодисперсними твердими частками ($PM_{2.5}$ і PM_{10}) розглядається Всесвітньою організацією охорони здоров'я як один із головних екологічних ризиків сучасності. За оцінками ВООЗ, забруднення повітря щорічно спричиняє понад 4 млн передчасних смертей.

Особливої уваги потребують невеликі міста з розвиненим туристичним сектором, де поєднуються впливи транспорту, рекреаційної діяльності, сезонного опалення й кліматичних особливостей. До таких належить місто Кілларні (Killarney), розташоване в графстві Керрі (Ірландія), яке щороку приймає сотні тисяч туристів і належить до найбільш відвідуваних місць країни.

Метою дослідження є оцінка рівня забруднення атмосферного повітря Кілларні за показниками $PM_{2.5}$ та PM_{10} і визначення закономірностей їх сезонної динаміки.

Для оцінювання використано дані автоматичної станції моніторингу Station 107 (Killarney), надані Environmental Protection Agency (EPA, Ireland). Період дослідження охоплює 2022 – 2025 рр. Опрацьовано понад 1400 добових спостережень за концентраціями $PM_{2.5}$ та PM_{10} .

Методична основа роботи включає аналіз часових рядів; обчислення середніх сезонних значень; порівняння з нормативами ВООЗ (2021) та директиви ЄС 2008/50/ЕС; оцінку коефіцієнтів варіації та співвідношення $PM_{2.5}/PM_{10}$ як індикатора джерел емісій.

За весь період спостережень середня концентрація $PM_{2.5}$ становила 26,3 мкг/м³, що перевищує добову норму ВООЗ (15 мкг/м³) на 75 %. Середній рівень PM_{10} – 9,9 мкг/м³, що відповідає допустимим межам (≤ 45 мкг/м³). Максимальні концентрації $PM_{2.5}$ досягали 113 мкг/м³, тобто перевищували нормативи у 7,5 раза, тоді як максимальні значення PM_{10} становили 40 мкг/м³.

Виявлено чітку сезонність, у зимовий період середній рівень $PM_{2.5}$ зростав до 32,9 мкг/м³, у літній знижувався до 22,8 мкг/м³.

Такі відмінності пояснюються використанням твердого палива для опалення взимку, зниженими швидкостями вітру та температурними

інверсіями. Влітку збільшення трафіку туристичних автобусів частково компенсує ефект розсіювання, що підтримує концентрації на стабільно середньому рівні.

Розрахунок співвідношення $PM_{2.5}/PM_{10}$ показав, що в холодний період року цей показник сягає 0,75 – 0,8, що свідчить про домінування дрібнодисперсних часток і високу частку вторинних аерозолів у складі пилу. У теплий період відношення зменшується до 0,55 – 0,6, що може бути наслідком переважання грубших часток, пов'язаних із дорожнім пилом і транспортом.

Отримані результати вказують на наявність стійкого перевищення нормативів ВООЗ для $PM_{2.5}$, навіть у невеликому рекреаційному місті. Це свідчить, що низька індустріалізація не гарантує чистоти повітря за наявності сезонного опалення на твердому паливі та значного туристичного потоку.

Для Ірландії характерне широке використання побутових камінів і печей на деревині та вугіллі, що створює локальні джерела забруднення в житлових кварталах. У зимові місяці значна частка викидів припадає саме на приватний сектор.

Порівняння результатів із іншими містами країни (Дублін, Корк) показує, що Кілларні має один із найвищих рівнів $PM_{2.5}$ серед малих населених пунктів, що вимагає посилення контролю з боку місцевої влади та екологічних служб.

Важливою особливістю є те, що за стабільно помірних рівнів PM_{10} частки $PM_{2.5}$ становлять переважну частку пилу – тобто домінує тонкодисперсний компонент, найнебезпечніший для здоров'я населення.

ЛІТЕРАТУРА

1. World Health Organization. Health effects of particulate matter: policy implications for countries in eastern Europe, Caucasus and central Asia. WHO Regional Office for Europe, 2013. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/107572/e96722.pdf>
2. Pope, C.A., Dockery, D.W. Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect. *J. Air Waste Manag. Assoc.*, 2006, 56(6), 709 – 742. DOI: 10.1080/10473289.2006.10464485
3. Zhang, R., Jing, J., Tao, J., et al. Chemical characterization and source apportionment of $PM_{2.5}$ in Beijing: seasonal perspective. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2013, 13, 7053 – 7074. DOI: 10.5194/acp-13-7053-2013
4. Kelly, F.J., Fussell, J.C. Air pollution and public health: emerging hazards and improved understanding of risk. *Environ Geochem Health.*, 2015, 37(4), 631–649. DOI: 10.1007/s10653-015-9720-1
5. Dominici, F., Peng, R.D., Bell, M.L., et al. Fine particulate air pollution and hospital admission for cardiovascular and respiratory diseases. *JAMA*, 2006, 295(10), 1127–1134. DOI: 10.1001/jama.295.10.1127
6. Schraufnagel, D.E., Balmes, J.R., Cowl, C.T., et al. Air pollution and noncommunicable diseases: a review by the Forum of International Respiratory Societies. *Chest*, 2019, 155(2), 409 – 416. DOI: 10.1016/j.chest.2018.10.042
7. Ghosh, S.K., et al. Impact of airborne particles on vegetation and agriculture: review. *Environmental Science and Pollution Research*, 2021, 28, 42483–42497.

ВПЛИВ АВТОТРАНСПОРТУ НА ЯКІСТЬ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ТА ШЛЯХИ ЙОГО ЗМЕНШЕННЯ

Карачевцев І. О., магістр,

Кручина В. В., к.т.н., доц.,

Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут»

Забруднення атмосферного повітря в сучасному світі є критичною екологічною проблемою, що має безпосередній вплив на здоров'я населення, стан довкілля та кліматичні системи. Дані Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) свідчать, що більше ніж 90% населення планети піддається впливу атмосферного повітря, забрудненого понад гранично допустимі норми. Автотранспорт є одним з головних джерел його забруднення. Найбільше негативний вплив помітний у великих містах, де через щільний рух транспорту утворюється смог, зони забруднення та збільшується ризик хронічних захворювань у населення. Таким чином, дослідження впливу автотранспорту на якість атмосферного повітря та пошук шляхів його зменшення є актуальною проблемою.

Автотранспорт відіграє провідну роль у житті суспільства, забезпечуючи мобільність населення та розвиток економіки. Проте у процесі згоряння палива в двигунах внутрішнього згоряння утворюються оксиди азоту, вуглецю, сірки, тверді частинки (PM_{2.5} та PM₁₀), незгорілі вуглеводні й канцерогенні сполуки. Ці речовини формують смог і фотохімічні аерозолі, які шкідливо впливають на здоров'я людей і рослинність. Що робить цю галузь джерелом близько 15% усіх глобальних викидів парникових газів.

Збільшення кількості приватних автомобілів, старіння автопарку та використання низькоякісного палива посилюють негативний вплив. Нерівномірний рух, затори, перевантаження доріг та недостатня ефективність систем очищення вихлопів призводять до підвищення рівня викидів.

Додаткове забруднення створюють мікрочастинки, що утворюються під час зношення шин і гальмівних колодок, а також токсичні елементи й мікропластик. Без системних змін у транспортній політиці очікується, що до 2050 року кількість автомобілів у світі може подвоїтися, а рівень викидів значно зросте.

Зменшити негативний вплив автотранспорту можливо завдяки впровадженню екологічно орієнтованих рішень. Передусім це перехід на гібриди та транспорту із водневими двигунами, які практично не продукують шкідливих викидів під час руху.

Важливим напрямом є розвиток громадського транспорту – електротранспорту, метрополітену, трамваїв, тролейбусів – це сприятиме скороченню кількості приватних автомобілів і зменшенню загального

навантаження. Також, ефективними будуть організаційно-технічні заходи: раціональне планування дорожнього руху, створення «зелених хвиль» світлофорів, розвиток велосипедної інфраструктури, стимулювання каршерингу та пішохідного пересування.

Державна політика та законодавчі ініціативи, спрямовані на впровадження екологічних стандартів (Euro-6), обмеження ввезення старих авто та стимулювання використання відновлюваних джерел енергії також відіграють важливу роль.

Необхідно також підвищувати екологічну свідомість громадян, зокрема інформувати населення про шкоду транспортних викидів і переваги сталих способів пересування.

Отже, автотранспорт є одним із найбільших джерел забруднення атмосфери, що створює серйозні ризики для здоров'я населення й навколишнього середовища. Системне впровадження технологічних, економічних, законодавчих та просвітницьких заходів сприятиме зниженню негативного впливу транспорту, покращенню якості атмосферного повітря та забезпеченню сталого розвитку міст і громад.

ЛІТЕРАТУРА

1. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ). Зовнішнє (атмосферне) забруднення повітря. Женева: ВООЗ, 2023. URL: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) (дата звернення 17.10.2025 року).

2. "Викиди від транспорту і як з ними боротися". URL: <https://ecoaction.org.ua/vykydy-vid-transportu.html> (дата звернення 17.10.2025 року)

3. Кучерук Д. Д., Кулик В. В. Екологічні проблеми транспорту. Київ: НАУ, 2021. (дата звернення 17.10.2025 року).

УДК 504.06, 502.573

АНАЛІЗ АСПЕКТІВ ЗАБРУДНЕННЯ КОМПОНЕНТІВ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД ВИРОБНИЦТВА ЛАКОФАРБОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Коваленко О. С., студент,

Кондратенко О. М., д.т.н., проф.,

Національний університет цивільного захисту України

Актуальність теми дослідження зумовлена наступними складовими.

Відповідність Наказу ДСНС України № 618 (з о/д) від 20.09.2013 р. «Про затвердження Положення про організацію екологічного забезпечення ДСНС України» [1], Указу Президента України № 722/2019 від 30.09.2019 р. «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року» [2], Постанова Кабінету

Міністрів України № 476 від 30.04.2024 р. «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 31 грудня року, наступного після припинення або скасування воєнного стану в Україні» [3], Паспорту спеціальності 21.06.01 «Екологічна безпека», затв. Постановою президії ВАК України № 33-07/7 від 04.07.2001 р. [4], Закону України № 3769-IX від 04.06.2024 р. «Про внесення змін до деяких законів України щодо обов'язковості використання рідкого біопалива (біокомпонентів) у галузі транспорту» [5], Стандарту вищої освіти за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища» третього (освітньо-наукового) рівня у галузі знань 18 «Виробництво та технології», затв. Наказом МОН України № 1427 від 23.12.2021 р. [6], Тематиці наукових досліджень та науково-технічних (експериментальних) розробок на 2025-2029 роки, затвердж. Наказом МВС України № 326 від 21.05.2024 р. [7], Кодексу цивільного захисту України в чинній редакції від 12.09.2025 р., стаття 108 [8].

Мета дослідження. Виконати аналіз аспектів забруднення компонентів навколишнього природного середовища від виробництва лакофарбових матеріалів.

Об'єкт дослідження. Негативний техногенний вплив на компоненти навколишнього природного середовища від виробництва лакофарбових матеріалів.

Предмет дослідження. Якісні та кількісні показники, що характеризують об'єкт дослідження.

Матеріали дослідження. У дослідженні було всебічно досліджено проблему забруднення атмосферного повітря при виробництві лакофарбових матеріалів для фарбування кріпильних елементів, зокрема на прикладі підприємства «АМЕКС Техніка Кріплення». Розкрито технологічні особливості виробництва, охарактеризовано основні компоненти лакофарбових матеріалів, а також виявлено потенційно небезпечні речовини, що утворюються внаслідок цього процесу. Було визначено, що викиди таких забруднювачів, як леткі органічні сполуки, оксиди вуглецю, формальдегід, пилові частинки та сірчистий газ, спричиняють суттєвий негативний вплив на здоров'я населення та довкілля. Це підтверджено статистикою захворювань, що спостерігаються у промислових районах. Розглянуто динаміку екологічного стану міста Києва за останнє десятиліття на основі офіційних звітів Міндовкілля, що дозволило простежити негативні тенденції, зокрема збільшення кількості перевищень ГДК шкідливих речовин у повітрі. Важливою частиною дослідження стало вивчення існуючих і перспективних методів очищення атмосферного повітря на підприємствах. Було показано доцільність використання сучасних технологій, таких як каталітичне очищення, електрофільтрація, біофільтрація та термічні методи знешкодження, а також підкреслено необхідність поєднання кількох методів для підвищення ефективності.

Висновки. Таким чином, у цьому дослідженні здійснено аналіз якісних та кількісних показників, що характеризують негативний техногенний вплив на компоненти навколишнього природного середовища від виробництва лакофарбових матеріалів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ ДСНС України № 618 (з о/д) від 20.09.2013 р. «Про затвердження Положення про організацію екологічного забезпечення ДСНС України». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0618388-13#Text>.
2. Указ Президента України № 722/2019 від 30.09.2019 р. «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text>.
3. Постанова Кабінету Міністрів України № 476 від 30.04.2024 р. «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 31 грудня року, наступного після припинення або скасування воєнного стану в Україні». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/476-2024-%D0%BF#Text>.
4. Паспорт спеціальності 21.06.01 «Екологічна безпека», затв. Постановою президії ВАК України № 33-07/7 від 04.07.2001 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va7_7330-01#Text.
5. Закон України № 3769-IX від 04.06.2024 р. «Про внесення змін до деяких законів України щодо обов'язковості використання рідкого біопалива (біокомпонентів) у галузі транспорту». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3769-20#Text>.
6. Стандарт вищої освіти за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища» третього (освітньо-наукового) рівня у галузі знань 18 «Виробництво та технології», затв. Наказом МОН України № 1427 від 23.12.2021 р. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2021/12/24/183-Tekhn.zakh.navk.seredovyshchadokt.filos.pdf>.
7. Тематика наукових досліджень та науково-технічних (експериментальних) розробок на 2025-2029 роки, затвердж. Наказом МВС України № 326 від 21.05.2024 р. URL: <https://mvs.gov.ua/normativno-pravovi-akti/nakaz-mvs-vid-21052024-326-pro-zatverdzenia-tematiki-naukovix-doslidzen-i-naukovo-texnicnix-eksperimentalnix-rozrobok-na-2025-2029-roki>.
8. Присяга служби цивільного захисту (Кодекс цивільного захисту України в чинній редакції від 12.09.2025 р., стаття 108). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text>.

ЗНАЧЕННЯ КОНСУЛЬТАТИВНОГО ВИСНОВКУ МІЖНАРОДНОГО СУДУ ООН 2025 РОКУ ДЛЯ ЗАХИСТУ ПРАВ ЛЮДИНИ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ

Павко Я. А.

к.ю.н., ст. наук. співробітник,

Інститут держави і права імені В. М. Корецького НАН України

На сьогодні увага міжнародної спільноти прикута до проблеми зміни клімату та пошуку шляхів її вирішення. Попри те, що ООН є міжнародною організацією універсального характеру, яку було створено з метою підтримання міжнародного миру та безпеки, її діяльність охоплює такий важливий напрям міжнародного співробітництва як боротьба зі зміною клімату та адаптація до її наслідків. Зокрема, забезпечення захисту прав людини в умовах кліматичних змін є одним із питань, яке часто обговорюється на заходах у рамках ООН.

Необхідно зазначити, що 29 березня 2023 року Генеральною Асамблеєю ООН було прийнято резолюцію 77/276, у якій вона звернулася до Міжнародного суду ООН з проханням винести консультативний висновок щодо юридичної відповідальності держав за зміну клімату. Насамперед, перед Міжнародним судом ООН вона поставила наступні питання: які міжнародно-правові зобов'язання мають держави щодо забезпечення захисту кліматичної системи та інших компонентів довкілля від антропогенних викидів парникових газів в інтересах держав і в інтересах нинішнього та майбутніх поколінь; які правові наслідки випливають із цих зобов'язань для держав, якщо вони своїми діями або своєю бездіяльністю заподіяли значної шкоди кліматичній системі та іншим компонентам довкілля, по відношенню до: держав, включно з малими острівними державами, які в силу своїх географічних обставин і рівня розвитку страждають від несприятливих наслідків зміни клімату або є особливо вразливими до таких наслідків; народів та осіб нинішнього і майбутніх поколінь, які постраждали від несприятливих наслідків зміни клімату [1].

Довгоочікуваний консультативний висновок було представлено 23 липня 2025 року. Стосовно першого питання Міжнародний суд ООН визнав, що держави мають обов'язкові зобов'язання щодо забезпечення захисту кліматичної системи відповідно до міжнародних договорів ООН (Рамкової конвенції про зміну клімат 1992 р.; Кіотського протоколу до Рамкової конвенції про зміну клімат 1997 р.; Паризької угоди 2015 р.). Вони поширюються не тільки на викиди парникових газів, але й на виробництво викопного палива та субсидії на нього. Крім того, спираючись на справу Європейського суду з прав людини «Verein KlimaSeniorinnen Schweiz and Others v. Switzerland», розглянуту в 2024 році, зазначено, що держави повинні поважати та забезпечувати ефективне дотримання прав людини, вживаючи необхідні заходи для захисту кліматичної системи та інших елементів навколишнього середовища [2]. Не слід забувати, що право на чисте, здорове та стале

довкілля, визнане Генеральною Асамблеєю ООН як право людини в 2022 році, є основою для реалізації усіх інших прав.

Щодо другого питання Міжнародний суд ООН стверджує, що держави можуть нести міжнародну відповідальність за шкоду, завдану кліматичній системі та іншим елементам довкілля. Незважаючи на те, що причинно-наслідковий зв'язок між неправомірними діями чи бездіяльністю держави та шкодою, що виникає внаслідок зміни клімату, є більш опосередкованим, ніж у випадку локальних джерел забруднення, встановити його все-таки можливо [2]. Міжнародний суд ООН звертає увагу на наслідки для держав, дії яких визнані неправомірними. Якщо державу визнано відповідальною за кліматичну шкоду, вона має припинити такі дії та зробити усе, щоб вони більше не повторилися. Вона повинна для виконання цього обов'язку використати усі наявні в її розпорядженні засоби. До того ж, у консультативному висновку йдеться про можливість держав та «потерпілих осіб» вимагати від інших держав відшкодування за шкоду, завдану внаслідок зміни клімату [2].

Доцільно зауважити, що Міжнародний суд ООН встановив, що захист довкілля є передумовою для забезпечення прав людини, а нездатність держав вжити заходів для захисту кліматичної системи може становити міжнародне протиправне діяння [3].

Таким чином, винесення Міжнародним судом ООН в 2025 році консультативного висновку з питань зміни клімату є історичною подією, оскільки вперше цією міжнародною судовою установою було визнано, що держави можуть бути притягнуті до юридичної відповідальності за викиди парникових газів, а «потерпілі» від зміни клімату, спричиненої людською діяльністю, мають право вимагати відшкодування. Попри його юридично необов'язковий характер, він має важливе морально-політичне значення та сприятиме розвитку норм міжнародного права у сфері боротьби зі зміною клімату. Безумовно, вищевказаний консультативний висновок здійснить значний вплив на подальші судові справи як на національному, так і на міжнародному рівні щодо захисту прав людини в умовах кліматичних змін. Крім того, він сприятиме формуванню чіткої міжнародно-правової позиції держав з даного питання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Resolution 77/276 of the United Nations General Assembly «Request for an advisory opinion of the International Court of Justice on the obligations of States in respect of climate change». March 29, 2023. URL: <https://docs.un.org/en/A/RES/77/276> (date of access: 18.10.2025).

2. Міжнародний суд ООН: Що історичний висновок світового суду означає для боротьби зі зміною клімату. 30.09.2025. URL: <https://ecoaction.org.ua/sud-oon-vysnovok-zminoju-klimatu.html> (дата звернення: 19.10.2025).

3. Суд ООН вперше висловився щодо зміни клімату: викиди можуть бути підставою для міжнародних позовів. 25.07.2025. URL: https://lb.ua/world/2025/07/25/688225_sud_oon_vpershe_vislovivsyia_shchodo_zmin.html (дата звернення: 20.10.2025).

АНАЛІЗ АСПЕКТІВ ЗАБРУДНЕННЯ КОМПОНЕНТІВ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД ТЕПЛО-ЕЛЕКТРО СТАНЦІЙ

*Педан А. В., студентка,
Кондратенко О. М., д.т.н., проф.,
Національний університет цивільного захисту України*

Актуальність теми дослідження зумовлена наступними складовими.

Відповідність Наказу ДСНС України № 618 (з о/д) від 20.09.2013 р. «Про затвердження Положення про організацію екологічного забезпечення ДСНС України» [1], Указу Президента України № 722/2019 від 30.09.2019 р. «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року» [2], Постанова Кабінету Міністрів України № 476 від 30.04.2024 р. «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 31 грудня року, наступного після припинення або скасування воєнного стану в Україні» [3], Паспорту спеціальності 21.06.01 «Екологічна безпека», затв. Постановою президії ВАК України № 33-07/7 від 04.07.2001 р. [4], Закону України № 3769-ІХ від 04.06.2024 р. «Про внесення змін до деяких законів України щодо обов'язковості використання рідкого біопалива (біокомпонентів) у галузі транспорту» [5], Стандарту вищої освіти за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища» третього (освітньо-наукового) рівня у галузі знань 18 «Виробництво та технології», затв. Наказом МОН України № 1427 від 23.12.2021 р. [6], Тематиці наукових досліджень та науково-технічних (експериментальних) розробок на 2025-2029 роки, затвердж. Наказом МВС України № 326 від 21.05.2024 р. [7], Кодексу цивільного захисту України в чинній редакції від 12.09.2025 р., стаття 108 [8].

Мета дослідження. Виконати аналіз аспектів забруднення компонентів навколишнього природного середовища від ТЕЦ.

Об'єкт дослідження. Негативний техногенний вплив на компоненти навколишнього природного середовища від ТЕЦ.

Предмет дослідження. Якісні та кількісні показники, що характеризують об'єкт дослідження.

Матеріали дослідження. Харківська область, як регіон із розвинутою промисловістю та теплоенергетикою, стикається зі значними екологічними викликами, що пов'язані із забрудненням усіх компонентів довкілля. Найбільшими джерелами забруднення є підприємства теплоенергетики, нафтогазового та видобувного секторів.

Встановлено, що ТЕЦ викидають у повітря оксиди сірки, оксиди азоту, чадний газ, важкі метали, а також продукти неповного згоряння, включаючи сажу та бензопірен, що чинять негативний вплив на здоров'я людини, спричиняють респіраторні захворювання, руйнують інфраструктуру,

викликають кислотні дощі та зменшують прозорість атмосфери. Великі ТЕЦ: дозволяють централізувати виробництво теплової та електричної енергії, що сприяє закриттю малих котелень, які зазвичай мають низький рівень екологічного контролю. Крім того, впровадження сучасних технологій, таких як проміжне перегрівання пари, регенеративний підігрів, використання скрубєрів для уловлювання оксидів сірки та зниження утворення оксидів азоту через оптимізацію процесу згоряння, дозволяє суттєво зменшити негативний вплив на довкілля.

Особливу увагу необхідно звернути на ситуацію, що склалася внаслідок повномасштабної війни. Руйнування промислових об'єктів, зменшення обсягів виробництва та переміщення підприємств призвели до тимчасового зниження рівня промислового забруднення. Проте вибухи, пожежі та обстріли спричинили нові екологічні загрози, включаючи забруднення повітря продуктами горіння та руйнуванням інфраструктури. В умовах воєнного стану оцінка реального рівня забруднення ускладнена через обмежену можливість ведення моніторингу та надання офіційної звітності.

Висновки. Таким чином, у цьому дослідженні здійснено аналіз якісних та кількісних показників, що характеризують негативний техногенний вплив на компоненти навколишнього природного середовища від ТЕЦ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ ДСНС України № 618 (з о/д) від 20.09.2013 р. «Про затвердження Положення про організацію екологічного забезпечення ДСНС України». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0618388-13#Text>.

2. Указ Президента України № 722/2019 від 30.09.2019 р. «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text>.

3. Постанова Кабінету Міністрів України № 476 від 30.04.2024 р. «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 31 грудня року, наступного після припинення або скасування воєнного стану в Україні». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/476-2024-%D0%BF#Text>.

4. Паспорт спеціальності 21.06.01 «Екологічна безпека», затв. Постановою президії ВАК України № 33-07/7 від 04.07.2001 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va7_7330-01#Text.

5. Закон України № 3769-IX від 04.06.2024 р. «Про внесення змін до деяких законів України щодо обов'язковості використання рідкого біопалива (біокомпонентів) у галузі транспорту». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3769-20#Text>.

6. Стандарт вищої освіти за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища» третього (освітньо-наукового) рівня у галузі знань 18 «Виробництво та технології», затв. Наказом МОН України № 1427 від 23.12.2021 р. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2021/12/24/183-Tekhn.zakh.navk.seredovyshcha-dokt.filos.pdf>.

7. Тематика наукових досліджень та науково-технічних (експериментальних) розробок на 2025-2029 роки, затвердж. Наказом МВС України № 326 від 21.05.2024 р. URL: <https://mvs.gov.ua/normativno-pravovi-akti/nakaz-mvs-vid-21052024-326-pro-zatverdzenia-tematiki-naukovix-doslidzen-i-naukovo-texnicnix-eksperimentalnix-rozrobok-na-2025-2029-roki>.

8. Присяга служби цивільного захисту (Кодекс цивільного захисту України в чинній редакції від 12.09.2025 р., стаття 108). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text>.

УДК 504.054:349.6

ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ ПІД ЧАС АНТРОПОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В УМОВАХ СОЦІОЕКОСИСТЕМИ

Сидоренко В. Л., д-р техн. наук., проф.,

Демків А. М., PhD, доц.,

Інститут наукових досліджень з цивільного захисту НУЦЗ України

Дослідження екологічного ризику включають чотири етапи: ідентифікацію ризиків, оцінку ймовірності та впливу, розробку заходів контролю та моніторинг і перегляд. Ці етапи допомагають виявити потенційні загрози, зрозуміти їхню важливість, знайти способи мінімізації та забезпечити постійний контроль за ситуацією на території чи об'єкті соціоекосистеми.

Розглянемо другий етап оцінки ризику, а саме оцінку впливу, що являє собою один з найважливіших з усіх чотирьох етапів дослідження ризику. Загалом оцінка впливу включає три основних етапи: характеристику навколишнього оточення, ідентифікацію маршрутів впливу й потенційних шляхів поширення та кількісну характеристику експозиції (оцінка впливу концентрацій і розрахунок надходження).

Концентрації, що впливають, оцінюються відповідно до даних моніторингу або шляхом моделювання поширення і поведінки хімічних речовин у навколишньому середовищі. Моделювання поведінки та поширення шкідливих речовин у середовищі – це процес кількісного визначення концентрацій хімічних сполук у середовищі шляхом емпіричних або теоретичних обчислень. Моделювання може бути використано як для прогнозування можливих концентрацій речовин у досліджуваному об'єкті навколишнього середовища як у майбутньому (довгострокове), так і для розрахункового визначення концентрацій в поточний момент часу (оперативного). Найбільш доцільно проведення моделювання поведінки і поширення хімічної речовини в навколишньому середовищі у разі неможливості прямого визначення концентрацій в середовищі, за

неможливістю прямого визначення середовища в точці потенційного забруднення для прогнозування майбутніх концентрацій.

Моделювання найчастіше використовують у двох випадках: при прогнозуванні поширення речовин від різних джерел та у тому разі, якщо відсутні ефективні і прийнятні методи вимірювання концентрацій токсичних речовин, впливу яких піддається населення і об'єкти навколишнього середовища.

У рамках західних підходів під час оцінки якості навколишнього середовища досліджується розподіл протягом року максимальних часових концентрацій в місцях конкретного проживання населення або інших важливих природних об'єктів поблизу джерела шкідливих викидів. Цей підхід дозволяє кількісно відповісти на питання: 1) з якою вірогідністю може бути перевищений граничний рівень концентрацій в заданій точці; 2) яка буде середня концентрація протягом року; 3) з якою ймовірністю можна очікувати перевищення граничного рівня концентрацій в кратну кількість разів.

В Україні прийняті методичні рекомендації МОЗ України «Оцінка ризику для здоров'я населення при забрудненні атмосферного повітря» (наказ МОЗ України 17.01.2022 № 89), за якими схема оцінки ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря включає наступні етапи: ідентифікація небезпеки, оцінка експозиції, характеристика небезпеки (оцінка залежності «доза-ефект») та характеристика ризику.

На етапі «ідентифікація небезпеки» визначають, які речовини впливають на організм, шляхи їх надходження в навколишнє середовище, чи мають вони потенційну здатність викликати несприятливі ефекти в організмі (в тому числі канцерогенні, мутагенні й інші), змінювати своє середовище мешкання.

Оцінка експозиції – етап, на якому кількісно визначають дозу токсичних речовин, що діють на організм в конкретній ситуації, яка аналізується і називають експозиційною дозою. У цьому разі вивчають дані визначення змісту речовини у повітрі, воді, ґрунті, харчових продуктах, елементах біоти тощо.

Оцінка токсичності – третій етап дослідження. Він полягає у встановленні залежності «доза-ефект» для досліджуваних речовин. Кінцева мета цього етапу роботи – встановлення рівня доз, за яких з'являються несприятливі ефекти від дії речовин, які мають токсичну дію. Рекомендована доза може бути визначена шляхом розподілу встановленої порогової дози на чинник безпеки, що є своєрідним допущенням, який враховує неповноту або недостатність наших знань про токсичність речовини.

Характеристика ризику – кінцевий етап, на якому узагальнюється вся інформація, використана і отримана на попередніх етапах. Проводиться розрахунок кількісних характеристик ризику, зокрема, індексу небезпеки. Під час оцінки ризику слід розрізняти канцерогенну небезпеку хімічних сполук, тобто здатність речовин викликати онкологічні захворювання, і неканцерогенну небезпеку, тобто здатність впливати на організм людини інакше, наприклад, викликати зміни в імунній системі, у ферментативної активності та ін. відповідно до методичних рекомендацій «Оцінка канцерогенного та

неканцерогенного ризику для здоров'я населення від хімічного забруднення атмосферного повітря» (наказ МОЗ України від 18.10.2023 № 1811).

Отже, оцінка впливу є одним із ключових і найвідповідальніших етапів дослідження екологічного ризику, оскільки саме на цьому етапі визначається реальний рівень загрози для довкілля та здоров'я людини. Вона дає можливість кількісно оцінити концентрації шкідливих речовин у повітрі, воді, ґрунті; встановити шляхи поширення та надходження токсичних речовин до організму; оцінити ступінь небезпеки впливу на населення та екосистеми; спрогнозувати наслідки забруднення за допомогою моделювання; розробити ефективні заходи контролю та захисту довкілля.

Таким чином, результати оцінки впливу є основою для подальшої характеристики ризику, прийняття управлінських рішень і забезпечення екологічної безпеки території або об'єктів.

УДК 504.5

ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ПІД ЧАС ПОЖЕЖ І ТЕХНОГЕННИХ АВАРІЙ

Степаненко О. С. курсантка,

Степаненко В. О. викладач

Національний університет цивільного захисту України

Сучасні умови розвитку суспільства вимагають використання інформаційних технологій у всіх сферах, особливо у галузі цивільного захисту. Однією з ключових задач є моніторинг якості атмосферного повітря під час пожеж і техногенних аварій. Від ефективності збору та аналізу даних залежить безпека людей, швидкість реагування рятувальників і масштаб наслідків надзвичайних ситуацій [1].

У процесі ліквідації надзвичайних ситуацій важливо мати не лише точні, а й своєчасні дані про стан атмосфери. Забруднення повітря продуктами горіння, токсичними газами або промисловими відходами може створювати серйозну загрозу здоров'ю населення та персоналу, що працює на місці події. Тому системи моніторингу повинні бути здатні оперативно визначати концентрації шкідливих речовин, межі їх поширення та прогнозувати напрям руху забруднень залежно від погодних умов і рельєфу місцевості.

Головна перевага сучасних інформаційних технологій полягає у можливості отримувати дані в реальному часі. Якщо раніше фахівці мали чекати на результати лабораторних аналізів, то сьогодні сенсорні системи, дрони та супутникові платформи дають можливість одразу оцінити рівень забруднення повітря і передати інформацію до центрів ДСНС для ухвалення рішень [2].

Використання безпілотних літальних апаратів з відповідними газоаналізаторами дозволяє здійснювати моніторинг у важкодоступних або небезпечних для людини зонах. Дрони можуть вимірювати концентрації чадного газу, оксидів азоту, формальдегіду, пилю та інших шкідливих речовин, передаючи дані до єдиної інформаційної системи. Супутникові технології, у свою чергу, забезпечують можливість спостереження за великими територіями, що особливо важливо під час масштабних лісових або торф'яних пожеж.

Для вимірювання та оцінювання параметрів повітря можна розгорнути мережу пристроїв для оцінювання складу повітряного середовища на основі датчиків CO і CO₂. Для того, щоб вловити ще й рух газів, потрібно встановити багато датчиків для відстеження потоків переміщення, моделювання стану міста в залежності від напрямку вітру та інших параметрів.[3]

Геоінформаційні системи (ГІС) дозволяють візуалізувати дані, створювати карти поширення диму, токсичних викидів і зон ризику. Наприклад, під час масштабних лісових пожеж такі технології допомагають визначити напрям руху вогню й оцінити, які населені пункти можуть потрапити під дію небезпечних речовин. Використання подібних інструментів підвищує точність рішень і знижує навантаження на рятувальників. ГІС-технології дозволяють поєднувати дані з різних джерел – метеостанцій, супутників, сенсорів і мобільних додатків – для створення інтегрованих карт екологічного стану. На основі таких карт можна формувати прогнози поширення диму, визначати напрям евакуації населення, планувати дії пожежно-рятувальних підрозділів. Інтеграція ГІС з аналітичними системами на базі штучного інтелекту робить можливим автоматичне виявлення небезпечних тенденцій та оперативне оповіщення відповідальних служб.

Інформаційні технології також сприяють підвищенню екологічної культури населення. Мобільні додатки для моніторингу повітря, які базуються на відкритих даних, дозволяють кожній людині відстежувати рівень забруднення у своєму регіоні.

Такі рішення як AirVisual, SaveEcoBot чи EcoCity надають дані про рівень вуглекислого газу, температуру та вологість. Вони не лише підвищують інформованість населення, але й стимулюють громадян до участі у формуванні локальних систем моніторингу, встановлення власних сенсорів і передачі даних до загальних мереж. Це створює умови для розвитку «розумних громад», де інформація про стан довкілля використовується для ухвалення рішень на місцевому рівні.

Використання інформаційних технологій у моніторингу якості атмосферного повітря під час пожеж і техногенних аварій дозволяє забезпечити більш ефективне реагування служб цивільного захисту, підвищити рівень безпеки населення та зменшити екологічні наслідки. Подальший розвиток цієї сфери має бути спрямований на вдосконалення сенсорних систем, розвиток мережевих платформ обміну даними та впровадження прогнозних моделей на основі машинного навчання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Михайлюк О.П., Олійник В.В., Криса І.Я., Білим П.А., Тесленко О.О. / Пожежна безпека об'єктів підвищеної небезпеки: навчальний посібник. Харків: НУЦЗ України, 2010.
2. Ковальчук І.В. / Інформаційні технології в екологічному моніторингу: навчальний посібник. Київ: КНУ ім. Т. Шевченка, 2019.
3. Вакуленко А., Онищенко А., Ключник В., Самарець Н. / Інформаційні технології екологічного моніторингу / Інформаційні технології в агробізнесі та аграрній освіті: тези доп. VIII Всеукр. наук.-практ. конф. (Дніпро, 22-24 квіт. 2020 р.) / ННІЕ ДДАЕУ. Дніпро: ДДАЕУ, 2020. С. 45-46. Присвяч. 100-річчю ДДАЕУ.

УДК 504.064.4:630*43

ВПЛИВ НЕБЕЗПЕЧНИХ ЧИННИКІВ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ НА СТАН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ТА МЕТОДИ ЇХ ЗАПОБІГАННЯ

Чіпчик І. М., курсант

Попович В. В., д-р техн. наук., проф.,

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Протягом останніх десятиліть пожежі в екосистемах стали проблемою, яка все більше турбує екологів зі всього світу, оскільки такі пожежі є частим явищем на всіх континентах крім Антарктиди. Зміна клімату робить свій внесок у проблемність цього питання. В деяких регіонах спостерігається різке збільшення посушливих періодів та зменшення кількості опадів, що сприяє виникненню та поширенню пожеж в екосистемах, зокрема лісових.

Пожежі в природних екосистемах включають в себе пожежі сухої трави, торф'яні пожежі та лісові пожежі. Найбільш небезпечними та руйнівними серед них є лісові пожежі.

Лісова пожежа – стихійне розповсюдження вогню територією лісового фонду. Такі пожежі поділяються на верхові, низові та підземні [1]. Будь-яка лісова пожежа супроводжується виділенням великої кількості CO₂, який є основним газом, що бере участь в пришвидшенні парникового ефекту[2].

Методами дослідження стали аналіз відкритих баз даних GWIS, порівняння статистики NASA FIRMS і літературний огляд сучасних публікацій. Наше дослідження охопило лісові пожежі, що відбулись протягом 2020-2025 років. За цей короткий проміжок часу найбільшими та найбільш руйнівними стали такі пожежі та серії пожеж як: «Black summer» в Австралії (друга половина 2019 р. – 31 березня 2020 р. 11774 пожеж загальною площею 24 мільйони га [3]. Приблизно 450 смертей[4]) та «2023 Canadian wildfires» в

Канаді (1 березня – листопад 2023 р., 5475 пожеж загальною площею 17,347 млн га.[5]).

Як вже було сказано раніше, особливо небезпечним наслідком лісових пожеж є значний викид вуглекислого газу. Згідно з даними опублікованими на сайті GWIS (Global Wildfire Information System) з початку 2020 року, до списку країн із найбільшими викидами діоксиду вуглецю внаслідок пожеж в екосистемах належать такі країни як Канада, Австралія, Країна 404, Бразилія, ДР Конго та Ангола. В протязом останніх 5 років (2020-2024 рр.) середній річний викид вуглекислого газу для цих шести країн складає 434,1 млн. т.[6].

З огляду на масштабність проблеми, основна увага сучасних досліджень зосереджена на превентивних заходах. В нашому випадку, якщо ми не можемо безпосередньо боротись зі зміною клімату, ми можемо вжити інших, менш генералізованих заходів із боротьби проти лісових пожеж.

Першочергово пропонуємо такий метод запобігання, як висаджування мішаних лісів. При виконанні таких заходів важливо змішувати саме ті види дерев, які при виникненні пожежі будуть слугувати природним протипожежним бар'єром. Проте постає питання, що робити з лісами, які вже стоять, та знаходяться в групі ризику. На такий випадок ми рекомендуємо декілька методів.

Контрольовані підпали (випалювання сухої підстилки, трави та дрібного хмизу під наглядом фахівців.)

Паливні розриви (створення захисних смуг між масивами різної пожежної небезпеки)

Санітарні рубки (вчасне видалення пошкоджених, всохлих або заражених шкідниками дерев, які накопичують паливо.)

Завжди важливо виявити загоряння якнайшвидше, ому буде доцільно застосовувати системи раннього виявлення. Серед запропонованих нами:

– супутниковий моніторинг (використання систем автоматичного виявлення термічних аномалій у режимі 1-3 годин);

– дрони та наземні сенсори (камери, тепловізори, датчики температури, диму та вологості з передачею сигналу на диспетчерські центри).

Також можна запропонувати такі методи як робота з населенням та працівниками лісових господарств а також створення добровільних команд, які допомагатимуть із запобіганням.

Лісові пожежі є одним із найнебезпечніших проявів змін клімату та загрозою для стабільності природних екосистем. Найефективнішим способом боротьби з ними є не гасіння, а попередження займання.

До основних превентивних заходів належать: висаджування мішаних лісів, створення паливних розривів, проведення контрольованих підпалів і санітарних рубок. Важливу роль відіграють також системи раннього виявлення пожеж (супутникові технології, дрони, сенсори) та просвітницька робота з населенням.

Комплексне впровадження цих заходів дозволить знизити ризики виникнення лісових пожеж і забезпечити довготривалу екологічну рівновагу в природних екосистемах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ державного комітету лісового господарства України від 27.12.2004 р. №278 «Про затвердження Правил пожежної безпеки в лісах України».

2. Соболев А.С., Лендел В.В., Кулик Я.А. Аналіз даних викидів CO₂. *Матеріали V всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених та здобувачів вищої освіти «Сучасна молодь в світі інформаційних технологій»*. Херсон-Кропивницький, 2024. С. 130-133.

3. URL: <https://www.architectureanddesign.com.au/editorial/features/australia-s-black-summer-of-fire-was-not-normal> (дата звернення: 16.10.2025)

4. C. Swanwell Bushfire smoke responsible for over 400 excess deaths. *Medical Journal of Australia*. 2020. URL: <https://www.mja.com.au/journal/2020/bushfire-smoke-responsible-over-400-excess-deaths> (дата звернення 15.10.2025).

5. Fire Statistics. *Canadian Interagency Forest Fire Centre*. URL: <https://ciffc.net/statistics> (дата звернення: 19.10.2025).

УДК 332.025:628.477

МОНІТОРИНГ ВИКИДІВ ТА ЗАХИСТ ПЕРСОНАЛУ ПРИ ТЕРМОДЕСТРУКЦІЇ СИНТЕТИЧНИХ ХІМІЧНИХ ВОЛОКОН

Шумило В. Ю., студент,

Рашкевич О. С., канд. техн. наук, пров. фах. відділення персоналу

З ДПРЗ ГУ ДСНС України у Харківській області,

Мельник І. В., викладач,

Національний університет цивільного захисту України

Термодеструкція синтетичних хімічних волокон відбувається під час низки виробничих та утилізаційних операцій і супроводжується газо-аерозольними викидами, склад і рівні яких залежать від типу полімеру, температурного режиму та умов окиснення [1, 2].

Метою роботи є розробка та апробація підходу до моніторингу газо-аерозольних викидів при термодеструкції синтетичних хімічних волокон у різних умовах, оцінювання впливу технологічних параметрів на їхній склад та визначення критеріїв вибору заходів захисту персоналу.

Об'єктами є представницькі зразки поліестерових волокон; дослідження проводяться в діапазоні 200–800 °С у повітряному та інертному середовищах із варіюванням швидкості нагрівання і тривалості витримки. Експериментальна схема передбачає використання реактора з контрольованою подачею газу, відбір проб у гарячій зоні та у зоні післяохолодження для розрізнення первинних продуктів розкладу і вторинних перетворень, а також ведення

балансу маси за навантаженням зразка, витратою газу-носія та часом. Для неорганічних газів і оксидів вуглецю застосовуються електрохімічні та інфрачервоні датчики з верифікацією ІЧ-спектроскопією; для летких органічних сполук (ЛОС) – сорбційні трубки з подальшою газовою хроматографією з мас-спектрометрією (GC – MS); для альдегідів – DNPH – картриджі з ВЕРХ; кислоти та лужні компоненти визначають після поглинання в імпінгерах із подальшою титриметрією або іонною хроматографією; аерозолі відбирають на PTFE/кварцові фільтри з гравіметричною оцінкою та, за потреби, мікроскопією/EDS.

Обробка даних включає розрахунок питомих емісійних факторів (мг/г волокна), побудову часових профілів концентрацій, факторний аналіз впливу температури, середовища й швидкості нагрівання, співставлення з гранично допустимими концентраціями/порогами професійної експозиції та оцінювання невизначеності вимірювань з урахуванням калібрування, відбору проб і повторюваності. Підвищення температури підсилює утворення газоподібних продуктів і зменшує частку конденсованих аерозолів; в окиснювальних умовах зростають частки CO/CO₂; в інертному середовищі формується спектр органічних сполук і сажистих частинок; для азотовмісних систем можливе утворення азотовмісних газів і органічних продуктів, а за наявності галогенів – кислих газів. Швидкий нагрів зумовлює короточасні пікові концентрації у зоні дихання, натомість тривала витримка за помірних температур підвищує середні рівні. У виробничих умовах моніторинг доцільно організовувати в стаціонарних точках біля джерела, у повітроводі перед системами очищення та на робочих місцях (на висоті 1,5–1,7 м) з поєднанням безперервного індикативного контролю (PID/CO/CO₂) і періодичних відборів проб ЛОС, альдегідів, кислих/азотовмісних газів та пилу. Для оперативного управління пропонується встановлення порогових рівнів реагування 0,5·ОЕЛ (попередження) та 1,0·ОЕЛ (дії).

Технічні заходи включають локальне відсмоктування й укриття джерел, стабілізацію підсмоктування і запобігання перетіканню забрудненого повітря, очищення повітря НЕРА/ULPA-фільтрами для часток і активованим вугіллем або імпрегнованими сорбентами для ЛОС і кислих/азотовмісних газів, а також термічне окиснення за високих навантажень; до керувальних заходів належать оптимізація температур і часу витримки, попереднє сушіння, контроль складу та подачі газового середовища.

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) добирають за фактичним складом викидів і включають фільтрувальні респіратори відповідних класів з обов'язковим тестуванням прилягання та документованими графіками заміни картриджів, а також захист очей/обличчя і термостійкий одяг.

Запропонований підхід до моніторингу дає змогу виявляти як середні рівні, так і короточасні піки концентрацій, що є необхідним для коректної оцінки ризику професійної експозиції. Визначено, що температура, газове середовище та швидкість нагрівання є керованими факторами складу й інтенсивності викидів, а їх цілеспрямована оптимізація дозволяє зменшувати утворення небезпечних компонентів без зниження продуктивності. Для

виробничих умов доцільним є поєднання безперервного індикативного контролю з періодичними лабораторними вимірами пріоритетних показників, що забезпечує своєчасне виявлення відхилень і підтвердження ефективності технічних рішень. Рішення щодо ЗІЗ органів дихання повинні спиратися на результати моніторингу та включати регулярне тестування прилягання і планову заміну фільтрувальних елементів. Для масштабування підходу на інші типи волокон і технологічні лінії рекомендовано виконувати короткі адаптаційні випробування з уточненням емісійних факторів і параметрів вентиляції.

ЛІТЕРАТУРА

1. Рашкевич Н.В. Дослідження складу продуктів горіння синтетичного волокна. *East Journal of Security Studies*. 2017. Vol. 1. С. 194–201.
2. Vambol S., Vambol V., Bogdanov I., Suchikova Y., Rashkevich N. Research of the influence of decomposition of wastes of polymers with nano-inclusions on the atmosphere. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. 6/10 (90). P. 57–64. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.118213.

Секція 2. Охорона водних ресурсів та управління водокористуванням

УДК 614.8

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ З МЕТОЮ ЕКОЛОГІЧНОГО ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ

Андрєєва Л. І., викладач,

Підкопай М. Ю.

Національний університет цивільного захисту України

Протипожежне водопостачання є одним із ключових елементів системи забезпечення пожежної безпеки населених пунктів, промислових підприємств і лісових масивів. Його ефективність безпосередньо впливає не лише на здатність оперативно ліквідувати пожежу, а й на рівень екологічної безпеки навколишнього середовища. В умовах зростання техногенного навантаження та зміни клімату питання екологічно орієнтованого проектування та експлуатації систем водопостачання набуває особливої актуальності.

Метою даного дослідження є аналіз систем протипожежного водопостачання з позиції їх впливу на довкілля та розроблення рекомендацій щодо підвищення екологічної ефективності цих систем.

Протипожежне водопостачання забезпечує забір, транспортування та подачу води для гасіння пожеж, однак при нераціональному використанні може спричиняти негативні наслідки для природних екосистем. Серед основних екологічних ризиків можна виокремити: надмірне споживання води з природних джерел, що призводить до зниження рівня підземних і поверхневих вод; забруднення водних об'єктів продуктами горіння, нафтопродуктами чи піноутворювачами після гасіння пожеж; порушення гідрологічного балансу територій через неконтрольовані водовиливи.

Захист довкілля включає багато напрямків: перехід на екологічно чисту енергію, зменшення обсягів відходів, очищення водних ресурсів, екологічне будівництво, розвиток зеленого транспорту та моніторинг стану навколишнього середовища. Але серед цих аспектів важливу роль відіграє й екологічна безпека у надзвичайних ситуаціях, зокрема – під час пожеж. Саме тому питання протипожежного водопостачання тісно пов'язане з темою охорони довкілля.

Протипожежне водопостачання – це система, яка забезпечує наявність води для гасіння пожеж як у містах, так і в природних екосистемах. Його ефективність напряду впливає на здатність захистити людей, будівлі, інфраструктуру, а також – ліси, поля, водойми і тваринний світ. У розвинених системах протипожежного водопостачання використовуються як внутрішні (в

будівлях), так і зовнішні джерела (гідранти, резервуари, природні водойми). У сучасних умовах важливо проєктувати такі системи з урахуванням екологічних підходів.[1]

Ці питання стають особливо критичними в умовах збройного конфлікту. З початку повномасштабного вторгнення росії у 2022 році Україна зазнає не лише людських та економічних втрат, але й серйозної екологічної шкоди. У 2025 році війна продовжується, і її наслідки для довкілля стають ще більш помітними. Масштабні бойові дії призводять до забруднення води, ґрунтів, знищення лісів, загибелі диких тварин та руйнування природних екосистем. Обстріли нафтобаз, заводів, складів із хімікатами спричиняють викиди токсичних речовин, які отруюють природу та ставлять під загрозу здоров'я людей.

Особливої уваги заслуговують лісові пожежі, які часто виникають через вибухи та обстріли. За офіційними даними, у 2024 році в Україні вигоріло понад 960 тисяч гектарів лісу – це більше, ніж у всіх країнах Європейського Союзу разом взятих за той самий період. Пожежі у природних зонах не лише знищують флору і фауну, а й сприяють викидам вуглекислого газу, що поглиблює кліматичні проблеми. У таких умовах ефективне протипожежне водопостачання – не просто технічне питання, а частина національної безпеки та екологічної політики. Для зменшення впливу протипожежного водопостачання на довкілля необхідно впроваджувати сучасні екологічно безпечні технології:

- використання замкнених або частково рециркуляційних систем водопостачання для пожежогасіння на промислових об'єктах; створення резервуарів-накопичувачів дощової та талої води для забезпечення потреб пожежних систем;

- застосування біорозкладних піноутворювачів при гасінні пожеж хімічних і нафтових об'єктів; організацію моніторингу якості води у пожежних водоймах і резервуарах.

Важливо створювати резервні джерела води там, де зруйнована інфраструктура, відновлювати водосховища, очищувати забруднені водойми та забезпечувати оперативний доступ до води для рятувальників навіть у прифронтових зонах. Без належної водної інфраструктури країна ризикує втратити ще більше природних територій, що може мати довготривалі наслідки для клімату, сільського господарства та здоров'я населення. Особливої уваги потребують природоохоронні зони, ліси, національні парки, де ризик пожеж у посушливі сезони зростає. Тут системи спостереження, моніторинг кліматичних умов і створення штучних водойм для оперативного гасіння вогню мають надзвичайне значення. Протипожежні заходи в таких регіонах — це не лише технічне завдання, а й екологічна необхідність.

Отже, захист довкілля та протипожежне водопостачання тісно пов'язані між собою. Без ефективної системи пожежної безпеки неможливо говорити про повноцінну охорону природи. Впровадження сучасних екологічних рішень у сфері пожежогасіння сприяє не лише збереженню ресурсів, а й формуванню

відповідального ставлення до довкілля в цілому. Саме тому ці два напрями мають розвиватися разом, забезпечуючи сталий розвиток і безпечне майбутнє.

ЛІТЕРАТУРА

1. Петухова О.А, Андронов В.А., Горносталь С.А., Черепаха Р.Е. Протипожежне водопостачання: підручник. Х.: Друкарня Мадрид, 2022. 280 с.

2. Тищенко Є.О. Інженерні мережі та комунікації: підручник / Тищенко Є.О., Мигаленко К. І., Колесников Д. В., Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2018. 278 с.

УДК 613.67, 355.6

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДРОЗДІЛІВ НАЦІОНАЛЬНОЇ ГВАРДІЇ УКРАЇНИ

Андронов В. А., д-р техн. наук, проф.

Національна академія національної гвардії України

Аналіз існуючих шляхів забезпечення підрозділів Національної гвардії України (НГУ) питною водою дозволяє оцінити стан логістики питного водопостачання та виявити актуальні задачі, що потребують проведення теоретичних та експериментальних досліджень. В цілому, система питного водопостачання, що реалізована в НГУ, дозволяє забезпечувати у повному обсязі потреби військових частин (підрозділів) у питній воді, зокрема, бутильованій, необхідній у разі перебування військовослужбовців у польових умовах (в таборах, на навчаннях, маневрах) та під час здійснення заходів із забезпечення національної безпеки і оборони, відсічі і стримування збройної агресії проти України в районах проведення воєнних (бойових) дій та при залученні військовослужбовців НГУ до здійснення заходів з правового режиму, де відсутня можливість використання централізованого питного водопостачання.

Логістика питного водопостачання побудована на науково обґрунтованих принципах та вимогах до логістичного забезпечення військ, ведеться у суворій відповідності до вимог законодавства України. Процеси формування, переміщення та використання матеріальних потоків питної води і супутніх документальних і фінансових потоків організовані раціонально і дозволяють здійснювати, ефективно управління на усіх етапах діяльності. У логістичних процесах забезпечення військових підрозділів питною водою задіяно ряд служб та посадових осіб військової частини у відповідності до функціональних обов'язків. Бутильована питна вода є номенклатурою матеріальних засобів продовольчої служби, яка виконує основні процеси щодо забезпечення військовослужбовців життєво необхідного ресурсу.

До актуальних задач логістики питного водопостачання слід віднести:

1. Розширення об'ємного ряду тари, що використовується для фасування бутильованої води. Досвід свідчить про доцільність використання для розливу питної води наряду із пляшками ємністю 6,0 л, пляшок меншої ємності, а саме об'ємом 1,5 л., а також так званих дой-паків ємністю 300-350 мл. Потреба зумовлена, головним чином, складністю доставки питної води у великих пляшках до військовослужбовців, які перебувають безпосередньо на бойових позиціях. Зменшення ємності надає можливість застосовування для доставки води повітряних дронів, які часто залишаються єдиною альтернативою, принаймні, значно безпечнішою, ніж використання інших засобів транспортування. До того ж, тара ємністю 1,5 л містить нормовану величину питної води, що позитивно відображається на процесах обліку та використання води.

2. Потребує подальшого обґрунтування та дослідження доцільність створення засобів фільтрування та розливу води на базі рухомих засобів, наприклад, на базі автомобіля чи автомобільного причепа, а саме, створення польових технічних засобів, з відповідними функціями, близькими до функцій стаціонарних засобів. Наразі є досвід, пов'язаний із наданням волонтерами станцій фільтрації води, які працюють з будь-яких водойм, продуктивність яких дозволяє проводити фільтрування до 1000 л питної води на годину безпосередньо в місцях наближених до лінії зіткнення з відповідними позитивними ефектами, що виникають для логістики питного водопостачання. Приклад таких засобів наведено на рис. 1.



Рисунок 1 – Мобільна станція фільтрування питної води, обладнана на базі автомобільного причепа

3. Досвід сучасної війни свідчить про втрату актуальності використання індивідуальних фляг для тримання запасу води при собі. Використання фляг в умовах сучасної війни є нераціональним. Виникає потреба заміни індивідуальних фляг на сучасні засоби, наприклад, гідратори, які забезпечують зручне розміщення питної води у складі комплексу бойового екіпірування

військовослужбовця та дозволяють пити воду безпосередньо під час руху чи активності, не вимагаючи зупинки та пошуку пляшки в рюкзаку.

4. Використання PET тари для зберігання питної води містить певні ризики для військовослужбовців. Така тара є одноразовою за визначенням. Відомо, що при нагріванні PET-пляшки починають виділяти шкідливі хімічні речовини, що потрапляють у воду, яка в них зберігається, та, відповідно до організму людини. При тривалому вживанні такої води є небезпека отруєння небезпечними домішками, які накопичуються в організмі та негативно впливають на шкіру, нирки, печінку та інші органи. Накопичення пустих пляшок несе певні небезпеки для довкілля, а також і для військ, будучи демаскуючим чинником бойових позицій.

5. Також з'явилася потреба внесення змін до керівних документів, які стосуються питань забезпечення військовослужбовців НГУ питною водою у польових умовах з урахуванням досвіду виконання службово-бойових, бойових і спеціальних завдань, а також забезпечення безпечності перебування військових підрозділів у районах (місцях) виконання завдань за призначенням.

УДК: 628.17.02:004.9

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОНІТОРИНГУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ У ЗОНАХ ПІДВИЩЕНОГО ТЕХНОГЕННОГО РИЗИКУ

Горбатюк Р. Д., курсантка,

Степаненко В. О., викладач

Національний університет цивільного захисту України

Водні об'єкти, розташовані в зонах підвищеного техногенного ризику (наприклад, у районах промислових підприємств, великих скидів, аварійних дамб), потребують особливого підходу до моніторингу їх стану. Використання сучасних інформаційних технологій дозволяє підвищити ефективність раннього виявлення змін якості води, гідрологічного режиму та екологічних параметрів [1].

Технології сенсорного контролю сприяють оперативному збору даних: температура, рівень, швидкість течії, електропровідність тощо [2]. Просторова інтерпретація за допомогою супутникових систем, аерокосмічного дистанційного зондування та ГІС-інструментів дозволяє здійснювати моніторинг великих площ водних басейнів, виявляти зони забруднення, замулення та евтрофікації [4].

Сучасні інформаційні технології також дозволяють створювати цифрові моделі водних екосистем, що відображають динаміку змін під впливом техногенних факторів. Такі моделі допомагають прогнозувати можливі сценарії розвитку надзвичайних ситуацій, зокрема витоків небезпечних речовин, розливів палива чи руйнування гідроспоруд. Використання алгоритмів машинного навчання і штучного інтелекту робить можливим автоматичне

розпізнавання аномалій у даних сенсорів і побудову коротко- та довгострокових прогнозів змін екологічного стану водних об'єктів.

У зонах підвищеного техногенного ризику знаходження водних об'єктів означає необхідність інтеграції даних із різних джерел – сенсори, дистанційне зондування, модельні прогнози – в єдину систему інформаційного моніторингу [1]. Така система дає змогу оперативно фіксувати аварійні ситуації, прогнозувати зміну гідрологічного режиму й можливі негативні наслідки, здійснювати підтримку прийняття рішень екологічними чи надзвичайними службами.

Інтеграційні платформи типу SCADA або IoT-рішень забезпечують централізоване управління процесами збору, обробки та візуалізації даних. Завдяки хмарним технологіям можлива побудова гнучких систем моніторингу, що масштабуються залежно від площі спостереження. Крім того, розробляються мобільні додатки, які дозволяють фахівцям екологічного контролю оперативно отримувати оновлені показники стану водних об'єктів у режимі реального часу.

Ключовими компонентами подібної системи є: модулі збору даних, передача через бездротові канали, хмарне або крайове зберігання, аналітика даних і користувацькі інтерфейси виводу інформації [5]. Результати українських досліджень свідчать, що впровадження ІТ у сферу моніторингу водних об'єктів сприяє підвищенню точності прогнозування та швидкості реагування у випадках аварій [3].

Важливою складовою є також створення національних і регіональних баз даних, які містять історичну інформацію про стан водойм, аварії, концентрації шкідливих речовин та ефективність заходів реагування. Такі бази дозволяють здійснювати порівняльний аналіз, визначати довгострокові тенденції та коригувати екологічну політику на державному рівні.

Крім того, цифровізація моніторингу сприяє прозорості екологічного контролю і залученню громадськості через відкриті екологічні портали та системи оповіщення.

Практична реалізація такої системи передбачає аналіз ризиків (джерела впливу, шляхи поширення, вразливі водні об'єкти), вибір параметрів моніторингу (якість, гідрологія, екологія), розгортання мережі сенсорів, каналів зв'язку й обробки даних, налаштування моделей прогнозу і системи оповіщення [5].

ЛІТЕРАТУРА

1. Хільчевський В. К. Моніторинг вод в Україні. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2014. 320 с.
2. Томільцева А.І., Яцик А.В., Мокін В. Б. Екологічні основи управління водними ресурсами: навч. посіб. Київ: Ін-т екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. 272 с.
3. Клименко М.О., Прищепа А.М., Вознюк Н.В. Моніторинг довкілля: підручник. Рівне: НУВГП, 2023. 415с.

4. Полетаєва Л. М., Сафранов Т. А. Моніторинг навколишнього природного середовища : навч. посіб. Одеса: ОДУ, 2005. 210 с.

5. Караваєв В. О. Інформаційна технологія аналізу даних моніторингу стану поверхневих вод басейну річки Південний Буг. Вінниця: ВНТУ, 2025. 148 с.

УДК 504.06, 502.573

АНАЛІЗ АСПЕКТІВ ЗАБРУДНЕННЯ КОМПОНЕНТІВ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД ВОДООЧИСНИХ СПОРУД МЕГАПОЛІСІВ

Горишев Д. М., студент,

Кондратенко О. М., д-р техн. наук, проф.,

Національний університет цивільного захисту України

Актуальність теми дослідження зумовлена наступними складовими.

Відповідність Наказу ДСНС України № 618 (з о/д) від 20.09.2013 р. «Про затвердження Положення про організацію екологічного забезпечення ДСНС України» [1], Указу Президента України № 722/2019 від 30.09.2019 р. «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року» [2], Постанова Кабінету Міністрів України № 476 від 30.04.2024 р. «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 31 грудня року, наступного після припинення або скасування воєнного стану в Україні» [3], Паспорту спеціальності 21.06.01 «Екологічна безпека», затв. Постановою президії ВАК України № 33-07/7 від 04.07.2001 р. [4], Закону України № 3769-IX від 04.06.2024 р. «Про внесення змін до деяких законів України щодо обов'язковості використання рідкого біопалива (біокомпонентів) у галузі транспорту» [5], Стандарту вищої освіти за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища» третього (освітньо-наукового) рівня у галузі знань 18 «Виробництво та технології», затв. Наказом МОН України № 1427 від 23.12.2021 р. [6], Тематиці наукових досліджень та науково-технічних (експериментальних) розробок на 2025-2029 роки, затвердж. Наказом МВС України № 326 від 21.05.2024 р. [7], Кодексу цивільного захисту України в чинній редакції від 12.09.2025 р., стаття 108 [8].

Мета дослідження. Виконати аналіз аспектів забруднення компонентів навколишнього природного середовища від водоочисних споруд мегаполісів.

Об'єкт дослідження. Негативний техногенний вплив на компоненти навколишнього природного середовища від водоочисних споруд мегаполісів.

Предмет дослідження. Якісні та кількісні показники, що характеризують об'єкт дослідження.

Матеріали дослідження. Встановлено, що хоча водоочисні споруди є критично важливими для захисту довкілля та здоров'я населення, їхнє функціонування в Україні супроводжується низкою серйозних проблем.

Найбільш гострими серед них залишаються утилізація осаду, надмірне енергоспоживання та значні викиди парникових газів, а також застарілість суттєвої частини інфраструктури. Ці фактори знижують ефективність очищення та збільшують фінансове навантаження на місцеві бюджети.

При цьому аналіз українського досвіду засвідчує, що окремі міста-мільйонники вже впроваджують інноваційні рішення, такі як переробка мулу на добрива або встановлення енергоощадного обладнання. Водночас масштабна модернізація вимагає комплексного підходу, тобто з урахуванням екологічних, економічних і соціальних чинників.

Подолання зазначених проблем є необхідною умовою для сталого розвитку водної інфраструктури та досягнення національних і міжнародних екологічних стандартів.

Висновки. Таким чином, у цьому дослідженні здійснено аналіз якісних та кількісних показників, що характеризують негативний техногенний вплив на компоненти навколишнього природного середовища від водоочисних споруд мегаполісів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ ДСНС України № 618 (з о/д) від 20.09.2013 р. «Про затвердження Положення про організацію екологічного забезпечення ДСНС України». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0618388-13#Text>.

2. Указ Президента України № 722/2019 від 30.09.2019 р. «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text>.

3. Постанова Кабінету Міністрів України № 476 від 30.04.2024 р. «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 31 грудня року, наступного після припинення або скасування воєнного стану в Україні». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/476-2024-%D0%BF#Text>.

4. Паспорт спеціальності 21.06.01 «Екологічна безпека», затв. Постановою президії ВАК України № 33-07/7 від 04.07.2001 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va7_7330-01#Text.

5. Закон України № 3769-IX від 04.06.2024 р. «Про внесення змін до деяких законів України щодо обов'язковості використання рідкого біопалива (біокомпонентів) у галузі транспорту». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3769-20#Text>.

6. Стандарт вищої освіти за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища» третього (освітньо-наукового) рівня у галузі знань 18 «Виробництво та технології», затв. Наказом МОН України № 1427 від 23.12.2021 р. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2021/12/24/183-Tekhn.zakh.navk.seredovyshcha-dokt.filos.pdf>.

7. Тематика наукових досліджень та науково-технічних (експериментальних) розробок на 2025-2029 роки, затвердж. Наказом МВС

України № 326 від 21.05.2024 р. URL: <https://mvs.gov.ua/normativno-pravovi-akti/nakaz-mvs-vid-21052024-326-pro-zatverdzenia-tematiki-naukovix-doslidzen-i-naukovo-texnicnix-eksperimentalnix-rozrobok-na-2025-2029-roki>.

8. Присяга служби цивільного захисту (Кодекс цивільного захисту України в чинній редакції від 12.09.2025 р., стаття 108). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text>.

УДК 614.841:504.06

ВПЛИВ ПОЖЕЖНОЇ ТА ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ НА СТАН ВОДНИХ РЕСУРСІВ

Губар Е. В., курсантка,

Степаненко В. О., викладач

Національний університет цивільного захисту України

Пожежі та техногенні аварії на промислових об'єктах мають значний вплив на стан водних ресурсів. Найнебезпечнішими є пожежі на підприємствах хімічної, нафтопереробної та енергетичної промисловості, де зберігаються або використовуються великі обсяги небезпечних реагентів. У таких випадках до водойм можуть потрапляти речовини, які не лише погіршують якість води, а й змінюють її фізико-хімічні властивості, спричиняючи загибель риби та інших водних організмів.

Пожежі знищують рослинний покрив, що відіграє важливу роль у захисті ґрунту від ерозії. Без рослинності дощова вода змиває попіл, пил і частинки ґрунту в річки та озера, підвищуючи мутність води та погіршуючи її якість. Це збільшує навантаження на очисні споруди й ускладнює процес очищення питної води. Продукти згоряння часто містять свинець, мідь, цинк, а також сполуки азоту та фосфору, які стимулюють цвітіння водоростей та порушують баланс екосистем. [1]

Техногенні аварії становлять не меншу небезпеку. Пошкодження резервуарів або трубопроводів призводить до потрапляння у воду нафтопродуктів, кислот, розчинників і важких металів, які здатні зберігатися у природному середовищі десятиліттями. Високі температури під час пожеж також руйнують елементи водопровідних систем, що спричиняє потрапляння у питну воду токсичних речовин – бензолу та летких органічних сполук (VOC), які є небезпечними для здоров'я. Аварійні викиди часто мають миттєвий, але масштабний ефект – велика кількість токсичних речовин одночасно потрапляє у водойму, що призводить до гострого отруєння водних організмів. В окремих випадках, коли мова йде про нафтопродукти, на поверхні води утворюється плівка, яка унеможливує газообмін між атмосферою та водним середовищем.

Це не лише призводить до загибелі живих організмів, але й перешкоджає природному самоочищенню водойм.

Крім прямих наслідків, пожежі та аварії змінюють гідрологічний режим територій. Зменшується здатність ґрунту утримувати воду, збільшується поверхневий стік, що сприяє швидкому перенесенню забруднювачів у водойми. Погіршується якість підземних вод, змінюється кислотно-лужний баланс, а також знижується вміст розчиненого кисню у воді, що негативно позначається на водних організмах

Для запобігання подібним наслідкам необхідно підвищувати рівень пожежної та техногенної безпеки на підприємствах, проводити регулярні екологічні перевірки, а також впроваджувати сучасні системи моніторингу стану водних ресурсів. Важливо створювати буферні зони між промисловими об'єктами та водоймами, щоб зменшити ризик потрапляння забруднювальних речовин у воду.[1]

Сучасні технології, такі як дистанційне зондування Землі, автоматизовані сенсори якості води та геоінформаційні системи, дозволяють оперативно відстежувати зміни у водних об'єктах і вчасно реагувати на небезпечні ситуації. Крім того, важливо забезпечити ефективну комунікацію між екологічними службами, органами цивільного захисту та адміністрацією підприємств. Така взаємодія дає змогу швидко локалізувати наслідки аварій і мінімізувати шкоду для довкілля.

Пожежна та техногенна безпека є ключовими факторами збереження чистоти водних ресурсів. Недотримання правил безпеки призводить до масштабного забруднення, втрати біорізноманіття та загроз для здоров'я населення. Лише системний контроль, моніторинг і розвиток екологічних технологій здатні забезпечити стале використання водних ресурсів у майбутньому.

ЛІТЕРАТУРА

1. Atmospheric Light Estimation Based Remote Sensing Image Dehazing / Zhiqin Zhu, Neal Mazur, Yong Li / Computer Information Systems Department, State University of New York at Buffalo State, Buffalo, NY 14222, USA/22 June 2021.

ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ ЗАБРУДНЕННЮ ВОД ПІД ЧАС ПОЖЕЖНО-ТЕХНОГЕННИХ АВАРІЙ

Заріцька К. М. курсант,

Степаненко В.О., викладач

Національний університет цивільного захисту України

Під час пожежно-техногенних аварій виникає складний комплекс екологічних процесів, серед яких одним із найнебезпечніших є забруднення водних ресурсів. У процесі гасіння пожежі, особливо на промислових об'єктах, вода вступає в контакт із продуктами горіння, хімічними речовинами, залишками паливно-мастильних матеріалів та токсичними сполуками [1]. Унаслідок цього вона перетворюється на висококонцентровану суміш шкідливих компонентів, здатну швидко поширюватися поверхневими та підземними водами, проникаючи у природні екосистеми. Потрапляючи у водойми чи ґрунтові води, вони змінюють природний склад, знижують якість води й завдають шкоди живим організмам. Щоб запобігти цьому, необхідно застосовувати технологічні рішення, які локалізують і очищують забруднену воду безпосередньо під час ліквідації пожеж.

Для зменшення ризику поширення забруднень важливо організувати території та системи водовідведення так, щоб стічні води не потрапляли у природні водойми. Площі потенційно небезпечних об'єктів мають бути вирівняні і обладнані нахилами, що спрямовують воду у спеціально обладнані резервуари та відстійники. Захисні борти, бетонні лотки або тимчасові загородження допомагають обмежити розтікання стоків, а пересувні насосні установки та сорбційні бар'єри перешкоджають їхньому неконтрольованому поширенню. Ефективність цих заходів значною мірою залежить від оперативності дій персоналу та їхньої підготовки щодо мінімізації екологічних наслідків [1].

Технічні рішення, які можуть бути ефективними, охоплюють кілька рівнів. Перший рівень – будівництво і підтримка утримуючих споруд (перекриття, борти, басейни утримання), які здатні збирати воду, з якою змішалися горючі матеріали чи хімічні реагенти. Інший важливий рівень – застосування фільтраційно-сорбційних систем, зокрема використання природних та синтетичних сорбентів, відстійників для зниження механічного та хімічного забруднення. Дослідження, присвячені інноваційним підходам до очищення водойм і стічних вод, показують високу ефективність багатоступеневої очистки у зменшенні шкідливих речовин [2].

Ще один напрям – модифікація речовин, які застосовуються при гасінні, так, щоб вони були менш шкідливими для водойм після змішування з водою. Українські дослідники працюють над вдосконаленням вогнегасних засобів на основі сполук рідкого скла, що зменшують екологічний вплив після застосування і можуть знизити потребу у великих об'ємах стічних вод.

Наведені в наукових публікаціях заходи також включають оцінку економічної доцільності мембранних технологій при очищенні стоків, що може бути корисним при масштабуванні таких рішень для підприємств, складів і місць, де можлива пожежа [3].

Для успішної реалізації технологічних рішень необхідно злагоджене поєднання організаційних, правових і технічних заходів. Це передбачає створення планів реагування на аварії, інструкцій щодо стримування стоків, забезпечення технічного оснащення пожежних підрозділів засобами ізолювання і очищення вод, а також навчання персоналу [1]. Ключовим є контроль за дотриманням нормативів складу речовин, якими можуть гасити пожежі та їх екологічна безпека. Зі зміною кліматичних умов і загроз, що зростають, ці механізми мають бути системними, стандартизованими у вимогах державної політики, що регулює охорону довкілля та цивільний захист.

ЛІТЕРАТУРА

1. Методичні рекомендації працівникам місцевої пожежної охорони та членам добровільної пожежної охорони щодо запобігання пожеж та організації їх гасіння/ДСНС України/ Київ 2019.

2. Інноваційні підходи до очищення стічних вод / А. С. Босюк // IX Міжнародний з'їзд екологів : зб. наук. пр. 2-го Міжнар. наук.-практ. семінару з з декарбонізації, постмайнінгу та енергоефективності інфраструктури України, 25 – 27 вересня 2024 р. Вінниця: ВНТУ, 2024. С. 68 – 69.

3. Застосування економічної оцінки мембранних технологій для очищення стічних вод / Благополучна А., Парахненко В., Ляховська Н. Економічні горизонти, 2(20),2022. 33 – 41.

МОНІТОРИНГ І ВИВЧЕННЯ АНТИПІРЕНІВ У ВОДНИХ ОБ'ЄКТАХ – АКТУАЛЬНА ЕКОЛОГІЧНА ПРОБЛЕМА

Коваль О. О.,

Даник О. М., ст. викладач

Національний університет цивільного захисту України

Антипірени – це хімічні речовини, які додають до матеріалів, щоб зменшити горючість. До токсичних антипіренів належать насамперед бромовані (BFR), хлоровані (CFR) та органофосфатні (OPFR) антипірени. Під час пожеж, злив, повеней, руйнування будівель або неправильного поводження з відходами ці речовини потрапляють у водойми, де здатні змінювати хімічний баланс і завдавати шкоди живим організмам. Більшість антипіренів не розчиняються у воді, але легко адсорбуються на частинках ґрунту й мулу, утворюючи стійкі токсичні осади. Воєнні конфлікти справляють багатовимірний вплив на довкілля, здоров'я людини та техногенну безпеку. Повномасштабна війна в Україні загострила ці виклики, водночас актуалізувавши потребу в системному дослідженні небезпек, які виникають у біологічній, хімічній, радіаційній, екологічній та соціально-гігієнічній сферах.[2]

З початку повномасштабної війни водні ресурси України зазнали значного антропогенного й техногенного навантаження. Руйнування промислових об'єктів, дамб, складів хімічних речовин, систем водопостачання та очисних споруд призвели до масового забруднення водойм і підземних вод. Дослідження останніх років свідчать, що окремі сполуки токсичних антипіренів вже виявлені у питній воді та водних екосистемах різних країн, а їх концентрації можуть створювати ризики для здоров'я людини та функціонування водних екосистем.

У Європейському Союзі використання певних бромованих антипіренів (BFR) заборонено або обмежено, однак, через їхню стійкість у навколишньому середовищі, все ще існують занепокоєння щодо ризиків, які ці хімічні речовини становлять для здоров'я населення. Продукти, оброблені BFR, незалежно від того, чи використовуються, чи є відходами, виділяють BFR у навколишнє середовище та забруднюють повітря, ґрунт та воду. Ці забруднювачі потім можуть потрапляти в харчовий ланцюг, де вони переважно зустрічаються в продуктах харчування тваринного походження, таких як риба, м'ясо, молоко та продукти їх переробки.[3] Найбільш поширеними та послідовно проаналізованими бромованими антипіренами є полібромовані біфеніли, полібромовані дифенілові ефіри, тетрабромбісфенол А, тетрабромбісфенол S та гексабромциклододекан. Водне середовище забруднюється цими сполуками через їх осадження з атмосфери, осаду стічних вод, очисних споруд та звалищ, а вищі рівні виявляються в районах з розвиненою промисловістю та сільським господарством і поблизу звалищ. Кожна сполука також, здається, демонструє перевагу для певних компартментів водного середовища, тобто води, осаду або водних організмів, відповідно до їх фізико-хімічних властивостей. [4]

Таблиця 1 – Деякі токсичні антипірени, небезпечні для водних об'єктів

Назва антипірену	Група	Основне застосування	Особливості небезпеки
Полібромовані дифенілові ефіри	BFR	Електроніка, меблі, пластмаси	Дуже стійкі, не розчиняються у воді, накопичуються в донних осадах.
Гексабромциклододекан	BFR	Пінополістирол, текстиль	Висока токсичність, накопичується в рибі.
Тетрабромбісфенол А	BFR	Друковані плати, пластики	Може розкладатися з утворенням бісфенолу А, токсичний для водних організмів.
Полібромовані біфеніли	BFR	Старі електроприлади	Стійкі органічні забруднювачі.
Органофосфатні антипірени	OPFR	Сучасні замітники BFR	Розчиняються у воді, виявлені у питній воді та рибі.

Антипірени належать до нових типів стійких органічних забруднювачів, які становлять потенційну загрозу для екологічної безпеки. Моніторинг потрапляння небезпечних антипіренів у водні об'єкти – це складний процес, який поєднує польові спостереження, лабораторний аналіз і моделювання міграції речовин. Вивчення їх поведінки у водних екосистемах, розробка ефективних методів виявлення і нейтралізації є важливим напрямом сучасної екологічної науки. Систематичний моніторинг антипіренів у поверхневих та питних водах має бути інтегрований у державні програми контролю хімічної безпеки для зменшення ризиків для довкілля та здоров'я населення. Розуміння шляхів міграції антипіренів у водному середовищі допомагає передбачити зони ризику забруднення. Дослідження токсичності дозволяє розробити нормативи безпечного вмісту та методи моніторингу. Розробка екологічно безпечних альтернатив (наприклад, на основі фосфатів або наноматеріалів) можлива лише за умови глибокого знання впливу традиційних антипіренів. Для системи цивільного захисту це знання потрібне, щоб правильно оцінювати екологічні наслідки пожег і повеней.

ЛІТЕРАТУРА

1. ВОДНИЙ КОДЕКС УКРАЇНИ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text>
2. Біологічні, хімічні та екологічні загрози під час війни: колективна монографія/за загальною редакцією В.В. Поповича, В.О. Сергієнко, Н.О. Іванченко, Львів: ЛДУБЖД, 2025. 460 с.
3. <https://www.efsa.europa.eu/en>
4. <https://doi.org/10.2478/aiht-2021-72-3576>

РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД ЗА ДОПОМОГОЮ МОДИФІКОВАНИХ ІОННООБМІННИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Ковтун Д.Є., аспірант

Національний університет цивільного захисту України

В Україні питання вибору джерела води для господарсько-питного водопостачання має як практичне, так і екологічне значення. Підземні води відрізняються відносно стабільним хімічним складом, що є суттєвою перевагою у порівнянні з поверхневими джерелами, схильними до сезонних коливань, паводків, «цвітіння» та забруднення атмосферними опадами. Саме стабільність параметрів підземних вод робить їх найбільш придатними для використання в експериментах з оцінки ефективності іонообмінних технологій та магнітної активації. Типовими характеристиками підземних вод України є підвищена жорсткість, зумовлена вмістом іонів кальцію та магнію, а також наявність заліза та марганцю, що створює реальні виклики для технологій очищення і водночас дозволяє об'єктивно оцінити дієвість нових методів.

Попри те, що в Україні частка підземних вод у структурі централізованого водопостачання становить близько 20 %, тоді як у більшості європейських країн цей показник сягає 65–95 %, підземні води активно використовуються у ролі джерела питного водопостачання. Україна володіє значним потенціалом для розширення використання підземних вод і підвищення їхньої частки в системі питного водопостачання населення [1].

Відповідно до Розпорядження Кабінету Міністрів України №1134-р від 09.12.2022 р. «Про схвалення Водної стратегії України на період до 2050 року», серед ключових проблем у сфері використання, охорони та відтворення водних ресурсів визначено забезпечення рівноправного доступу населення до якісної та безпечної для здоров'я людини питної води, а також належних санітарно-профілактичних умов. Використання підземних вод та розробка методів ефективного очищення з урахуванням екологічної безпеки, є актуальним напрямком для вирішення визначених проблем [2].

Водночас сучасні виклики, спричинені воєнними діями, призвели до масштабних руйнувань водогосподарської інфраструктури, деградації водосховищ і зниження якості поверхневих джерел. У цих умовах підземні води набувають особливого значення як більш стабільне, безпечне та захищене джерело водопостачання [3, 4].

Руйнування інфраструктури, що забезпечує забір, очищення та транспортування води, а також пошкодження каналізаційних очисних споруд призвели до критичного погіршення ситуації у низці регіонів. Зокрема, у більшості східних та південних областях. Внаслідок військової агресії росії проти України можна очікувати погіршення екологічного стану всіх екосистем на території України. Забруднення водних ресурсів може призвести до

зменшення кількості та різноманітності водних організмів, зниження якості води та загрози здоров'ю людей, які користуються цими ресурсами [5-7].

Технологія іонообмінної модифікації, передбачає використання іонообмінних колон, які піддають впливу магнітного поля. Використання магнітної активації сприяє інтенсифікації процесів іонного обміну, що забезпечує підвищення ефективності знесолення та стабільності роботи установки [8]. Такий підхід узгоджується з сучасними пріоритетами охорони водних ресурсів України, орієнтованими на сталий розвиток, ресурсозбереження та екологічну безпеку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Льюта Н., Саніна І. Обґрунтування частки підземних вод у водопостачанні населення України [Текст] // *Monitoring'2025: XVIII International Scientific Conference "Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment"* (Київ, Україна, 2025). С. 1–7. URL: <https://eage.in.ua/wp-content/uploads/2025/04/Mon25-072.pdf>. – [in English].

2. Кабінет Міністрів України. Про схвалення Водної стратегії України на період до 2050 року: Розпорядження № 1134-р від 09.12.2022 р. Київ: Кабінет Міністрів України, 2022. URL: https://zakononline.ua/documents/show/511091___706478 (дата звернення: 18.10.2025). – [in Ukrainian].

3. Верховна Рада України. Про питну воду та питне водопостачання: Закон України від 10.01.2002 р. № 2918-III // *База даних «Законодавство України»*. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2918-14> (дата звернення: 18.10.2025). – [in Ukrainian].

4. Верховна Рада України. Водний кодекс України: Закон України від 06.06.1995 р. № 213/95-ВР // *База даних «Законодавство України»*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/213/95-%D0%B2%D1%80> (дата звернення: 10.10.2025). – [in Ukrainian].

5. Рибалова О. В., Matsak A. O., Артем'єв С. Р., Бригада О. В., Ільїнський О. В. Вплив бойових дій на унікальні природні об'єкти Харківської області [Текст] // *Technogenic and Ecological Safety*. 2024. Т. 15, № 1. С. 3–14. DOI: 10.52363/2522-1892.2024.1.1. [in Ukrainian].

6. Гостева Д., Трохименко Г. Аналіз використання підземних вод для питного водопостачання населення міста Миколаїв [Текст] // *Technogenic and Ecological Safety*. 2024. Т. 16, № 2. С. 3–14. – DOI: 10.52363/2522-1892.2024.2.2. – [in Ukrainian].

7. Строкаль В., Ковпак А. Воєнні конфлікти та вода: наслідки й ризики [Текст] // *Екологічні науки*. 2022. № 44(5). С. 94–102. DOI: 10.32846/2306-9716/2022.eco.5-44.14. [in Ukrainian].

8. Ковтун Д., Душкін С. Магнітна активація процесу іонного обміну під час демінералізації природних вод [Текст] // *Technogenic and Ecological Safety*. 2024. Т. 16, № 2. С. 54–60. DOI: 10.52363/2522-1892.2024.2.8. [in Ukrainian].

ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЙ PM_{10} В КРИВОМУ РОЗІ В ЗИМОВИЙ ПЕРІОД

Лебодкін Є. О., аспірант,

Варламов Є. М., канд. техн. наук, ст. наук. співроб.,

Палагута О. А., канд. техн. наук Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем»

Пилові частинки фракції PM_{10} (аерозоль розміром до 10 мкм) належать до найбільш небезпечних забруднювачів міської атмосфери. Високі концентрації PM_{10} становлять серйозну загрозу для здоров'я населення, спричиняючи хвороби дихальної та серцево-судинної систем і підвищуючи рівень смертності [1]. За даними Європейського агентства з довкілля, дрібнодисперсний пил залишається найбільшим екологічним ризиком для здоров'я у Європі [3]. В Україні промислові центри, зокрема Кривий Ріг, регулярно фіксують перевищення граничних концентрацій пилу у приземному шарі повітря [4]. Це обумовлює актуальність задачі короткострокового прогнозування рівнів PM_{10} для своєчасного інформування населення про небезпечні епізоди та вжиття заходів зі зниження викидів. Значний внесок у запиленість повітря міста Кривий Ріг роблять місцеві промислові підприємства та автотранспорт; взимку ситуація ускладнюється метеорологічними умовами: часті температурні інверсії та слабкий вітер сприяють накопиченню домішок у приземному шарі атмосфери. В цих умовах стаціонарна система моніторингу потребує підсилення методами математичного моделювання для здійснення оперативних прогнозів забруднення повітря. Нові регуляторні вимоги також стимулюють розвиток таких систем: Директива (ЄС) 2024/2881 встановлює жорсткіші норми якості повітря (річні граничні концентрації $PM_{2.5}$ та PM_{10} знижено до 10 та 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) та зобов'язує застосовувати моделювання для інформування про випадки перевищень [2]. У країнах ЄС прогностичні моделі вже інтегруються в практику оцінювання якості повітря; для України актуальним є впровадження сучасних методів, зокрема машинного навчання, у систему екологічного моніторингу промислових регіонів.

Метою роботи було підвищення точності короткострокового прогнозування концентрацій PM_{10} у великому промисловому місті в зимовий період на основі даних моніторингу та сучасних методів аналізу даних. Для досягнення цієї мети порівнювалися два підходи до побудови прогностичних моделей: традиційний статистичний метод – множинна лінійна регресія та сучасний алгоритм машинного навчання – Random Forest. Задачі дослідження включали збір і підготовку вихідних даних про концентрації PM_{10} та метеорологічні параметри, розробку та налаштування моделей обох типів, оцінювання їх точності та здатності відтворювати відомі закономірності, а також аналіз факторів, що найбільше впливають на рівень забруднення повітря взимку. Об'єктом дослідження обрано атмосферне повітря м. Кривий Ріг у

зимовий період 2024 – 2025 рр. (1 листопада 2024 р. – 31 березня 2025 р.). Вимірювання концентрацій PM_{10} та супутніх метеопараметрів здійснювали за допомогою автономної автоматизованої міні-станції ENVEA Cairnet, обладнаної лазерним сенсором Cairsens для твердих частинок і датчиками газових домішок (H_2S , NH_3 , NO_2 , O_3 , CO , SO_2).

Для моделювання застосовано два підходи. Множинна лінійна регресія припускає лінійну залежність між концентрацією PM_{10} та сукупністю пояснювальних змінних (температура T , вологість RH , тиск P , швидкість вітру W , добові та тижневі індикатори). Вона дозволяє інтерпретувати вклад кожного фактора за значенням оціненого коефіцієнта регресії, проте не враховує нелінійні ефекти. Random Forest – ансамблевий алгоритм на основі рішення дерев – поєднує результати багатьох моделей (дерев регресії) і здатен відображати складні нелінійні залежності.

Обидва підходи підтвердили наявність виражених добових і тижневих циклів концентрації PM_{10} у Кривому Розі. Вечірні та нічні години характеризуються підвищеним рівнем запиленості повітря, тоді як удень спостерігається зниження до мінімуму. Також виявлено зменшення середніх значень концентрації у вихідні дні порівняно з буднями. Ці закономірності узгоджуються з очікуваннями: вночі накопиченню пилу сприяє приземна інверсія і відсутність сонячного прогріву, а збільшення антропогенного навантаження ввечері призводить до появи піків забруднення; натомість у денний час розвиток турбулентності й зниження інтенсивності викидів зумовлюють покращення якості повітря. Обидві моделі адекватно відтворюють зазначені циклічні коливання рівня PM_{10} . Точність прогнозування суттєво відрізняється для двох методів. Використання Random Forest дозволило значно підвищити якість прогнозу порівняно з лінійною регресією. Важливо, що Random Forest не вносить систематичного зміщення в прогнози: вона однаково достовірно описує як низькі, так і високі значення концентрації та краще відтворює статистичний розподіл емпіричних даних. Натомість лінійна модель схильна до недооцінювання пікових рівнів забруднення і спрощеного опису варіації концентрацій через лінійність залежностей.

ЛІТЕРАТУРА

1. World Health Organization (WHO). WHO global air quality guidelines: particulate matter ($PM_{2.5}$ and PM_{10}), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva: WHO, 2021.

2. Директива (ЄС) 2024/2881 Європейського Парламенту та Ради від 23 жовтня 2024 р. про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи (перероблена редакція). Official Journal of the EU, L 309, 20.11.2024.

3. European Environment Agency. Air Quality in Europe – 2022 Report. EEA Report No. 13/2022. Copenhagen, 2022.

4. Arnika NGO. Poisonous air: Satellites of the European Space Agency testify to the most polluted areas of Ukraine. News release. URL: <https://arnika.org>

ВПЛИВ СТІЧНИХ ВОД МАШИНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВ НА ВОДНІ ЕКОСИСТЕМИ: ПІДХОДИ ДО ОЧИЩЕННЯ ТА РЕЦИКЛІНГУ

Літовка А.І., студентка,

Босюк А.С., ст. викладач, PhD

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Проблема забруднення водних екосистем стічними водами промислових підприємств є однією з ключових екологічних викликів сучасності [1]. Машинобудівна галузь, як один із основних секторів економіки [2], характеризується значним водоспоживанням та утворенням стічних вод, що містять різноманітні забруднювачі, зокрема важкі метали, органічні сполуки та масла [3] (рис. 1). Ці речовини чинять негативний вплив на водні екосистеми, порушуючи їхній екологічний баланс, знижуючи біорізноманіття та погіршуючи якість водних ресурсів. У контексті глобальних викликів, пов'язаних зі зміною клімату та дефіцитом прісної води, актуальність оцінки впливу стічних вод машинобудівних підприємств на довкілля [4] та розробка ефективних систем їх очищення й рециклінгу набуває особливої ваги.

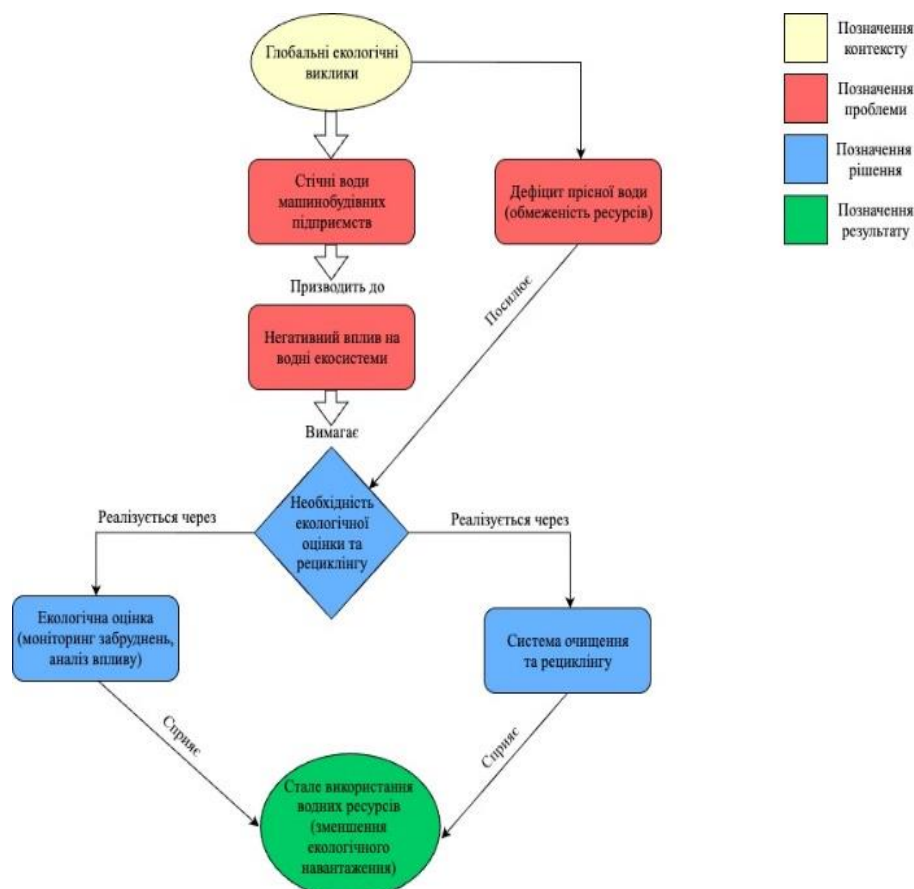


Рисунок 1 – Причинно-наслідкові зв'язки впливу стічних вод машинобудівних підприємств та шляхи вирішення екологічних проблем.

Для ефективного вирішення проблеми забруднення водних екосистем стічними водами машинобудівних підприємств необхідно застосовувати комплексні підходи до очищення та рециклінгу. Згідно з дослідженням [5], SWOT-аналіз дозволяє оцінити стан та ефективність інтенсифікації очищення багатокомпонентних стічних вод. Аналіз виявив, що сильними сторонами є наявність сучасних технологій очищення та можливість їх адаптації до специфічних забруднювачів, тоді як слабкими сторонами залишаються високі витрати на впровадження та експлуатацію таких систем. Серед можливостей автори [5] виділяють інтеграцію рециклінгу води в технологічні процеси, що сприяє зменшенню водоспоживання, а загрози включають посилення екологічних норм та обмеження доступу до фінансових ресурсів для модернізації очисних споруд. Впровадження таких підходів, як мембранні технології, адсорбція та біологічне очищення, може значно знизити негативний вплив стічних вод на довкілля, сприяючи сталому розвитку галузі.

Отже, стічні води машинобудівних підприємств чинять значний негативний вплив на водні екосистеми через вміст важких металів, органічних сполук та масел. Застосування сучасних технологій очищення, зокрема мембранних та біологічних методів, разом із рециклінгом води, дозволяє зменшити екологічне навантаження.

ЛІТЕРАТУРА

1. Захарова С. О., Архіпова К. К. Проблеми забруднення водних ресурсів. Екологічний аспект. *World Science*. 2018. № 2 (8 (36)), С. 58 – 62. https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30082018/6068
2. Босюк А. С. Забезпечення сталого розвитку машинобудівного сектору через зменшення впливу на довкілля за допомогою ефективної очистки стічної води в умовах міської забудови // Екологічно сталий розвиток урбосистем: виклики та рішення в контексті євроінтеграції України: матеріали Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф., 2-3 листопада 2023 р. / ред. кол.: Д.В. Дядін [та ін.]. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. С. 202-205.
3. Bosiuk A., Shkop A., Kulinich S., Loboilo V., Sakun A., Shestopalov O., Filenko O. The results of surface wastewater treatment of a machine-building enterprise from petroleum product contamination. *International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics*. 2024. Vol. 1, №16. P. 202-210. <https://doi.org/10.17683/ijomam/issue16.23>
4. Сербов М.Г., Заводній Т.В., Маргітай Л.Г. Вплив змін клімату на водні екосистеми України та адаптаційні стратегії їхнього збереження. *Таврійський науковий вісник*. 2025. № 2 (143). С. 355 – 363. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.40>
5. Босюк А.С., Шестопалов О.В., Тихомирова Т.С., Сакун А.О., Кулініч С.С. Використання SWOT-аналізу для оцінки стану та ефективності інтенсифікації очистки багатокомпонентних стічних вод на машинобудівних підприємствах. *Таврійський науковий вісник*. 2023 №133. С. 298 – 304. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.40>.

СТІЧНІ ВОДИ ЯК ФАКТОР КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

Літовка А. І.,
Єлізаров А. П., студенти,
Босюк А.С., ст. викладач, PhD
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Проблема забруднення стічними водами є однією з ключових екологічних викликів сучасності, що має прямий зв'язок із кліматичними змінами [1]. Стічні води, особливо від промислових джерел, містять органічні та хімічні сполуки, які під час розкладання або обробки можуть спричинити викиди парникових газів. Ці викиди посилюють глобальне потепління, тоді як нераціональне використання водних ресурсів поглиблює проблему дефіциту прісної води, що є критичним у контексті зміни клімату.

За даними ІРСС [2], обробка стічних вод є одним із джерел антропогенних викидів метану в глобальному масштабі. Традиційні методи очищення, будучи енергоємними, збільшують вуглецевий слід. У контексті Паризької угоди [3], впровадження низьковуглецевих технологій очищення стічних вод є критично важливим для кліматичної нейтральності та збереження водних екосистем.

Незважаючи на прогрес, сучасні системи очищення недостатньо враховують кліматичний вплив і рідко інтегрують рециклінг води, який міг би зменшити екологічне навантаження. Основні проблеми: 1) відсутність комплексної оцінки викидів парникових газів; 2) низька ефективність енергоємних технологій; 3) обмежене використання інновацій, таких як біотехнології чи мембранні системи, у промислових масштабах.

Впровадження енергоефективних і біотехнологічних методів очищення, а також систем рециклінгу, може значно знизити вуглецевий слід і покращити управління водними ресурсами, сприяючи цілям сталого розвитку та пом'якшенню кліматичних змін.

ЛІТЕРАТУРА

1. Singh, S., Tiwari, S. Climate Change, Water and Wastewater Treatment: Interrelationship and Consequences. *Water Conservation, Recycling and Reuse: Issues and Challenges*. 2019. P. 203–214. https://doi.org/10.1007/978-981-13-3179-4_11
2. Аналітична записка «Стратегія ЄС зі скорочення викидів метану: можливості для України». DiXi Group. 2021. URL: https://dixigroup.org/wp-content/uploads/2021/09/dixi_group_methane_policy_brief.pdf (дата звернення: 21.10.2025)
3. Паризька угода: Угода від 12.12.2015 р. Дата оновлення: 04.11.2016. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_161#Text (дата звернення: 21.10.2025).

ДОЩОВИЙ СТІК ЯК ДЖЕРЕЛО МІКРОПЛАСТИКУ ТА ГУМИ У НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

*Мацак А. О., канд. техн. наук., ст. викладач,
Маркова А. В., Бороданенко Д. О., студенти
Національний університет цивільного захисту України*

Кількість мікропластику (МП) за останні десятиріччя збільшилося майже у 10 разів [1]. Нині, пластик розміром ≤ 1 мм, присутній на більшості площ урбанізованих територій: ґрунти, водні об'єкти, зелені насадження тощо.

Атмосферні опади змивають забруднення, що накопичується на тротуарах і дорогах, захоплюючи різноманітні уламки (гума, пластик). Проте кількість подібних забруднень, які виносяться поверхневим стоком, наразі невідома [2]. Дослідження [2, 3, 4] показують, що дощові стоки можуть становити значне джерело МП та гумових фрагментів у водних об'єктах, а за допомогою певних експериментів [4], демонструють, що певні технології [2] можуть утримувати ці мікроскопічні частинки від потрапляння до дощової каналізації.

Дощові стоки є одним з головних шляхів транспортування МП до поверхневих вод. Через складну динаміку МП, у дощовому стоці, їхнє розподілення та механізми транспортування залишаються слабо дослідженими [1].

Процес зменшення розмірів пластику і утворення МП розпочинається як до, так і після потрапляння МП до дощових вод, проте є вираженим на поверхні водозбору (дороги, тротуари, дахи тощо) через постійний вплив тепла та механічних навантажень.

Характер урбанізованої території, інтенсивність опадів, розмір і щільність МП, а також особливості каналізаційної мережі впливають на транспортування МП у дощових стоках. Основними джерелами МП у дощових водах є частинки, що утворюються внаслідок зносу шин і дорожнього покриття та різноманітні пластикові відходи.

Концентрація МП у дощових стоках у світі коливається в межах 0,38 – 197000 частинок/дм³ [1]. Крім того, спостерігаються регіональні відмінності у концентраціях, що підкреслює необхідність локального моніторингу для виявлення специфічних джерел забруднення.

Дослідження [1, 5] виявляють характерні особливості форми та кольору МП: найчастіше зустрічаються пластикові волокна, а серед кольорів переважають прозорий і чорний. На підставі аналізу робіт [1, 2, 5] можна зробити висновок, що внесок дощових стоків у забруднення поверхневих вод МП є значно більшим, ніж викиди зі споруд очищення стічних вод, і вимагає уваги з боку спеціалістів з охорони навколишнього середовища.

Тому, для більш повного розуміння поведінки МП у дощових стоках та оцінки ризиків для водних екосистем, необхідні дослідження дощового стоку як у польових, так і в лабораторних умовах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Mozim S., Ayan L., Medha K., Ved P. R., Khalid M., Shamik C., Sudha G. Are we underestimating stormwater? Stormwater as a significant source of microplastics in surface waters. *Journal of Hazardous Materials*. 2024. №465. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2024.133445>.
2. Thompson R., Courtene-Jones W., Boucher J., Pahl S., Raubenheimer K. Twenty years of microplastic pollution research—what have we learned?. *Journal of Bio-X Research*. 2024. 386(6720). <https://doi.org/10.1126/science.adl2746>.
3. Wright S. L., Ulke J., Font A., Chan K., Kelly K., Atmospheric microplastic deposition in an urban environment and an evaluation of transport. *Environ Int*. 2020. № 136. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105411>.
4. Rocha-Santos T., Duarte A. A critical overview of the analytical approaches to the occurrence, the fate and the behavior of microplastics in the environment. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 2015. № 65, Pages 47-53. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2014.10.011>.
5. Zhang Q., Genbo Xu E., Li J., Chen Q., Liping M., Zeng E., Shi H. A Review of Microplastics in Table Salt, Drinking Water, and Air: Direct Human Exposure. *Environmental science and technology*. 2020. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b04535>.

УДК 556.3:502/504

РІЧКА ТИСА ЯК ОБ'ЄКТ ТРАНСКОРДОННОГО УПРАВЛІННЯ ВОДНИМИ РЕСУРСАМИ

Пекарюк Т. Р., здобувач

Кочмар І. М., викладач

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Транскордонні водні об'єкти відіграють ключову роль у забезпеченні сталого розвитку, водної безпеки та екологічної рівноваги в регіонах, де вони перетинають кордони між двома чи кількома державами. Їх раціональне використання та охорона вимагають узгоджених дій на міжнародному рівні, що відображено у Конвенції про охорону та використання транскордонних водотоків та міжнародних озер 1992 року [1]. Цей документ закріплює принципи співробітництва, запобігання, контролю та зменшення транскордонного забруднення, а також підкреслює важливість інтегрованого управління водними ресурсами. Порушення екологічної рівноваги у таких басейнах може мати далекосяжні соціально-економічні та екологічні наслідки [2].

Річка Тиса є однією з найважливіших транскордонних приток Дунаю, водозбір якої охоплює території кількох держав – України, Угорщини, Румунії, Словаччини та Сербії (рис. 1). Загальна довжина Тиси становить близько 965 км, з яких близько 256 км проходить територією України. Річка має

міжнародний статус і виконує важливу роль у водопостачанні, гідроенергетиці, зрошенні та судноплавстві [3]. У зв'язку з цим річка Тиса як значущий елемент європейської водної системи, відіграє значну роль у забезпеченні водних, екологічних та економічних потреб прикордонних регіонів.

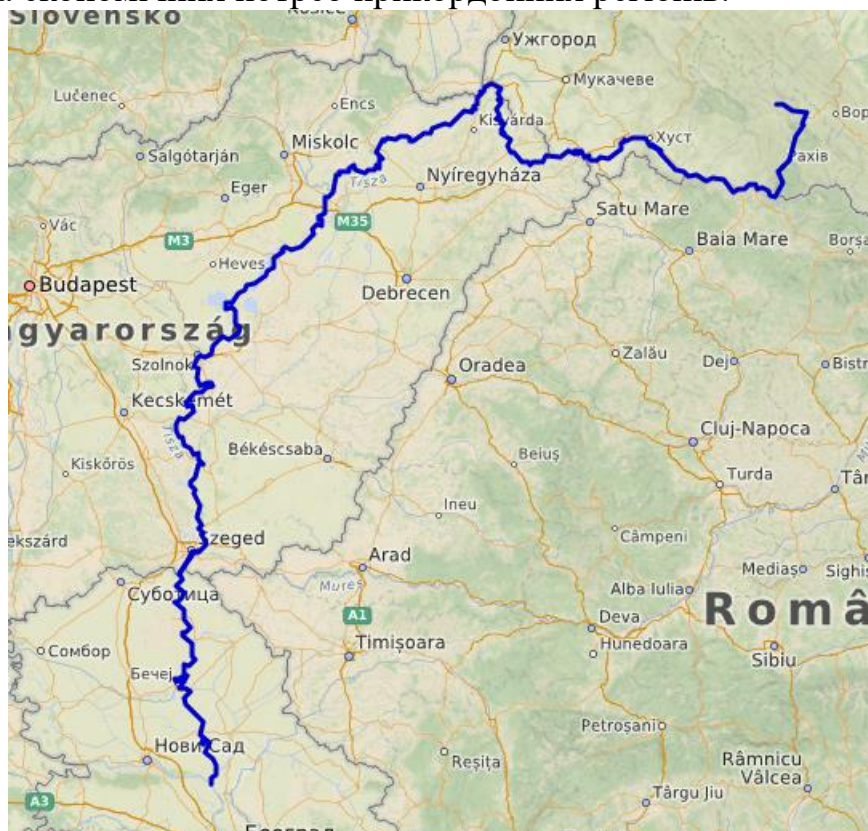


Рисунок 1 – Картосхема басейну Тиси [4]

Управління водними ресурсами Тиси здійснюється у рамках Міжнародної комісії із захисту річки Дунай (МКЗРД) та на основі Конвенції про співробітництво в галузі охорони та сталого використання річки Дунай (Конвенція про захист річки Дунай). МКЗРД займається не лише самим Дунаєм, а й усім басейном річки Дунай, включаючи його притоки та ресурси ґрунтових вод. Конвенція про захист річки Дунай зобов'язує договірні сторони (Німеччина, Чеська Республіка, Австрія, Словаччина, Угорщина, Словенія, Хорватія, Сербія, Чорногорія, Боснія і Герцеговина, Болгарія, Румунія, Молдова, Україна та Європейський Союз) об'єднати свої зусилля у сфері сталого управління водними ресурсами, включаючи збереження поверхневих та ґрунтових вод, зменшення забруднення, а також запобігання та контроль повеней, аварій та льодової небезпеки [5].

Суттєвим аспектом забезпечення екологічної безпеки транскордонних водних об'єктів є також спільне проведення гідроекологічного моніторингу, координацію дій щодо попередження паводків, ліквідації наслідків забруднення та забезпечення сталого використання водних ресурсів [5]. Важливим інструментом міжнародної співпраці є План інтегрованого управління басейном р. Тиса [6], який визначає стратегічні напрями екологічного

оздоровлення водних об'єктів, удосконалення системи водокористування та зменшення антропогенного навантаження.

Збереження Тиси та її басейну є запорукою екологічної стабільності Карпат, водної безпеки місцевого населення та сталого соціально-економічного розвитку всього регіону. Її значення виходить далеко за межі природного ресурсу – це символ екологічної взаємозалежності держав і відповідальності за спільне європейське довкілля.

ЛІТЕРАТУРА

1. Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes. Helsinki, 17 March 1992. URL: treaties.un.org/doc/treaties/1992/03/19920317_05-46_am/ch_xxvii_05p.pdf (дата звернення: 20.10.2025).

2. Обиход Г. О. Екологічне транскордонне забруднення: ризики та інструменти превентивізації і подолання наслідків. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету*. Одеса: Міжнародний гуманітарний університет. 2021. Вип. №48. С. 218.

3. Тиса – найбільша річка Закарпаття. БУВР Тиси: веб-сайт. URL: <https://buvrtysa.gov.ua/newsite/?p=28730> (дата звернення: 20.10.2025).

4. Хільчевський В. К. Тиса. Велика українська енциклопедія: веб-сайт. URL: <https://vue.gov.ua/Тиса> (дата звернення: 20.10.2025).

5. Міжнародна комісія із захисту ріки Дунай. Міністерство закордонних справ України: веб-сайт. URL: <https://vienna.mfa.gov.ua/ustanovi-oon-u-vidni/2719-icpdr> (дата звернення: 20.10.2025).

УДК 621.3.07:628.3

АВТОМАТИЗАЦІЯ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ТЕХНОГЕННО-ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ЗНЕЗАРАЖЕННІ СТІЧНИХ ВОД НА МІСЬКИХ ОЧИСНИХ СПОРУДАХ

Плотников І. В., директор, ТОВ «Телеком Комплекс»

Колосков В. Ю., канд. техн. наук., доц.,

Національний університет цивільного захисту України

Колоскова Г. М., канд. техн. наук., доц.,

Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут»

В Україні послуги водопостачання та каналізації надають понад 300 спеціалізованих і близько 700 неспеціалізованих підприємств [1]. Міські стічні води – це суміш господарсько-побутових, виробничих та атмосферних вод, що надходить на міські очисні споруди водовідведення (МОСВ) [2]. МОСВ є комплексом споруд зі складним технологічним процесом (ТП). Згідно із законодавством [3], впровадження автоматизованої системи моніторингу

(АСМ) стану техногенно-екологічної безпеки (ТЕБ) на МОСВ можливе при новому будівництві, реконструкції чи капітальному ремонті об'єкта.

Моніторинг стану ТЕБ – це комплексна система спостережень, збору, обробки й аналізу інформації про стан навколишнього природного середовища (НПС) для оцінки, прогнозу та розробки управлінських рішень [4]. Моніторинг атмосферного повітря – це частина екологічного моніторингу, що має на меті виявлення шкідливих речовин та прогнозування змін. Основні завдання моніторингу [5] включають організацію єдиної системи контролю, налагодження автоматизованого банку даних, інвентаризацію джерел забруднення та розробку управлінських рішень.

Автоматизація моніторингу стану атмосферного повітря – окрема задача при розробці системи екологічного моніторингу [6]. Автоматизовані системи об'єднують обчислювальну систему, середовище, персонал та інформацію. Автоматизація реалізується за трьома напрямками: розробка методів керування, визначення доцільності автоматизації та створення технічних засобів. Спільною властивістю систем є обробка великих масивів даних. Автоматизовані інформаційні системи оптимізують обробку цифрових даних завдяки гнучкості та стандартизованому технологічному засобу [6].

Для аналізу існуючих засобів забезпечення ТЕБ на МОСВ необхідно розділити їх на підгрупи за рівнем автоматизованості:

- автоматизовані системи забезпечення ТЕБ;
- окремі автоматичні засоби забезпечення ТЕБ, не поєднані єдиною системою управління;
- неавтоматизовані системи забезпечення ТЕБ;
- окремі елементи неавтоматизованих систем.

Впровадження АСМ стану ТЕБ є сучасним інструментом підвищення екологічного менеджменту та дозволяє інтегрувати систему в регіональні та загальнодержавні системи управління ТЕБ.

Основний позитивний ефект досягається через можливість прийняття оперативних управлінсько-технічних рішень. Крім того, АСМ підвищує стійкість та надійність основного технологічного устаткування, інформуючи про відхилення його показників від нормативних значень.

Застосований принцип інтеграції дозволяє розглядати АСМ як складову, що забезпечує нормальний перебіг ТП, і включати її до складу заходів охорони навколишнього природного середовища при проектуванні та ремонті установок знезараження. Використання технології контролю метеопараметрів дозволяє завчасно розробити управлінські рішення для недопущення розповсюдження викидів, а прогнозування в реальному часі інформує персонал про можливі наслідки.

Подальший розвиток технології пов'язаний з технічним переоснащенням об'єктів. Її архітектура дозволяє використовувати уніфіковані вузли під час проектування.

Особливу важливість АСМ стану ТЕБ на МОСВ має в умовах повномасштабної агресії, коли до звичних чинників ТЕБ додаються зовнішні

впливи. Автоматизація дозволяє використовувати результати роботи технології не лише на об'єктовому, а й на регіональному та державному рівнях.

ЛІТЕРАТУРА

1. Українська асоціація підприємств водопровідно-каналізаційного господарства «Укрводоканалекологія». Офіційний сайт. URL: <https://ukrvodokanal.in.ua> (дата звернення 18.10.2025).
2. Ковальчук В.А. Очистка стічних вод. Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня», 2002. 622 с.
3. Про регулювання містобудівної діяльності. Закон України № 3038-VI від 17.02.2011 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17#Text> (дата звернення 18.10.2025).
4. Бараннік В.О. Екологічний моніторинг: Конспект лекцій. Харків: ХНАМГ, 2011. 112 с.
5. Методичні вказівки до практичних занять і самостійної роботи з дисципліни “Екологічний моніторинг” / Уклад.: В.О. Бараннік. Харків: ХНАМГ, 2012. 18 с.
6. Комплексні системи захисту інформації: навчальний посібник / Уклад.: Ю. Є. Яремчук та ін. Вінниця: ВНТУ, 2018. 118 с.

УДК 614.8

ВИЗНАЧЕННЯ НЕБЕЗПЕКИ ГРУНТОВИХ ВОД НА ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ТЕРИТОРІЯХ

Рашкевич Н. В., PhD, доц.,

Національний університет цивільного захисту України

Ґрунтові води є ресурсом для забезпечення питною водою населення та підтримки екологічної рівноваги. Воєнні дії призводять до руйнування водопостачальних систем, забруднення територій, порушення гідрологічних режимів та підвищення ризику деградації водних ресурсів.

Результати досліджень підтверджують необхідність інтеграції дистанційного моніторингу, моделювання та організаційних заходів для ефективного управління водними ресурсами на відновлювальних територіях. Авторами [1] проаналізовано стан попередження надзвичайних ситуацій, пов'язаних із забрудненням ґрунтових вод, де підкреслено необхідність інтегрованого моніторингу та прогнозування ризиків. Дослідження [2, 3] демонструють ефективність сучасних технологій дистанційного та QR-моніторингу поверхневих вод у населених пунктах, постраждалих від бойових дій. У роботах [4, 5] представлено розробку організаційно-технічних методів та математичних моделей оцінки небезпеки ґрунтових вод під впливом ракетно-

артилерійських уражень, що дозволяє прогнозувати ризики та планувати заходи відновлення.

В таблиці 1 наведено основні етапи організаційно-технічного методу визначення небезпеки ґрунтових вод.

Таблиця 1 – Основні етапи організаційно-технічного методу визначення небезпеки ґрунтових вод

Етап	Зміст робіт	Очікуваний результат
1. Збір опосередкованих даних	<ul style="list-style-type: none"> – Аналіз історичних гідрохімічних даних та архівних звітів про стан ґрунтових вод до початку бойових дій. – Збір інформації про потенційні джерела забруднення: дані про обстріли, промислові об'єкти, місця скидання відходів, руйнування водоочисних споруд. – Використання супутникових і аерофотознімків для оцінки змін поверхневого стоку, ерозії та міграції забруднювачів. 	Створення бази вихідних даних для попередньої оцінки екологічного стану території.
2. Моделювання небезпеки	<ul style="list-style-type: none"> – Просторове моделювання розподілу забруднювачів у ґрунтах та водоносних горизонтах із застосуванням гідрогеологічних карт та цифрових моделей рельєфу. – Прогнозування хімічних та бактеріологічних ризиків з урахуванням відомих джерел забруднення та гідрологічних зв'язків. – Розрахунок інтегрованого індексу небезпеки, який поєднує показники забруднення, глибину залягання водоносного горизонту та вплив на населення та екосистеми. 	Картування потенційно небезпечних зон та кількісна оцінка рівня ризику.
3. Організаційні заходи	<ul style="list-style-type: none"> – Визначення зон пріоритетного контролю для безпечного відбору проб. – Планування альтернативних методів моніторингу (дистанційні вимірювання, проби із сусідніх безпечних ділянок, аналіз поверхневих вод). – Розробка сценаріїв управління ризиками: інформування органів влади, обмеження водокористування, впровадження тимчасових заходів очищення. 	Підвищення ефективності управління водними ресурсами та зниження ризику для населення та довкілля.

Запропонований метод дозволяє оцінювати небезпеку за умов обмеженого або неможливого прямого відбору проб ґрунтових вод. Він поєднує архівні дані, результати дистанційного моніторингу та моделювання просторового розподілу забруднювачів, а також інформацію про інтенсивність і характер воєнного впливу. Такий підхід забезпечує науково обґрунтовану пріоритизацію зон підвищеного ризику, планування безпечних заходів відновлення та ефективного управління водокористуванням. Використання методу сприяє зменшенню негативного впливу бойових дій на стан ґрунтових вод та підтриманню сталості водних ресурсів для населення та екосистем відновлювальних територій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Рашкевич Н. В., Мирошник О. М., Шевченко Р. І. Аналіз сучасного стану попередження надзвичайних ситуацій пов'язаних з небезпекою ґрунтових вод. Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація. 2023. Т. 7 № 2. С. 193–216.

2. Вовчук Т., Лобойченко В., Рашкевич Н., Шевченко О., Шевченко Р. Формування інформаційної QR – технології моніторингу стану поверхневих вод на територіях, які постраждали внаслідок бойових дій. Scientific foundations in research in Engineering: collective monograph / Kornilo I., Gnyp O. etc. International Science Group. Boston: Primedia eLaunch. 2022. 709 p. DOI: 10.46299/ISG.2022.MONO.TECH.2 С. 357–368.

3. Myroshnychenko A., Loboichenko V., Divizinyuk M., Levterov A., Rashkevich N., Shevchenko O., Shevchenko R. Application of Up-to-Date Technologies for Monitoring the State of Surface Water in Populated Areas Affected by Hostilities. Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences. 2022. Vol. 16. no. 3. P. 50 – 59.

4. Rashkevich N., Shevchenko R., Yeremenko, S. Development of an Organizational and Technical Method of Emergency Prevention of Technological Character On the Territory Which Was Attacked by Rocket and Artillery Impacts. In: Babak, V., Zaporozhets, A. (eds) Systems, Decision and Control in Energy VII. Studies in Systems, Decision and Control. 2025. Vol. 595. P. 717–747. Springer, Cham.

5. Рашкевич Н.В., Шевченко Р.І., Вовчук Т.С. Формування математичної моделі аналізу небезпечного впливу на стан ґрунтових вод міських агломерацій від ракетно-артилерійських уражень. Комунальне господарство міст. 2024. Т. 1. Вип. 182. С. 229 – 240. DOI: 10.33042/2522-1809-2024-1-182-229-240

УДК: 628.16:614.84

МОБІЛЬНІ СИСТЕМИ ВОДОПІДГОТОВКИ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ: ІНТЕГРАЦІЯ З ПРОТИПОЖЕЖНИМ ВОДОПОСТАЧАННЯМ

Сіпко О. В., ст. викладач,

Тищенко Б., курсант

Національний університет цивільного захисту України

Вступ. Надзвичайні ситуації порушують керованість систем водопостачання: погіршується якість сирової води, виникають перебої електроживлення та зростають аварійні відбори на пожежогасіння. Мобільні/контейнерні станції водопідготовки (МСВ) здатні оперативно

забезпечити питну воду та підживити протипожежні резерви, що зменшує санітарні ризики та підвищує пожежну готовність громад [1; 2; 5].

Мета. Обґрунтувати конфігурацію МСВ і схеми їх інтеграції з протипожежним водопостачанням (ППВ) для умов обмежених ресурсів і часових обмежень розгортання.

Матеріали та методи. Застосовано гідравлічні розрахунки запасу/відновлення ($V = Q \cdot t$), порівняльний техніко-економічний аналіз ланцюгів коагуляція-освітлення-фільтрування-УФ/хлор, УФ з мінімальним хлоруванням та ультрафільтрації (UF), сценарне моделювання автономності 24 – 72 год із дизель-генераторною установкою (ДГУ), ризик-орієнтований аудит безпеки праці; нормативну базу взято з [1; 2].

Сценарії застосування. Типові для малих/середніх громад (5 – 50 тис. осіб):

- паводок або цвітіння, що різко підвищують каламутність;
- тривале гасіння пожежі із вигоранням резервуара;
- часткове руйнування мережі з локальним знезараженням і підвезенням води; управлінські аспекти регламентуються актами цивільного захисту [6].

Інтеграція з ППВ і гідравліка. МСВ не замінює пожежні насоси у піку, але ефективна для нічного підживлення резервів: надзвичайна подія (пожежа) 30 л/с × 2 год забирає 216 м³; МСВ 50 м³/год відновлює 300 м³ за 6 год, повертаючи запас до проєктного рівня та стабілізуючи тиск у гідрантній зоні. Вузол підключення має містити антипереток, зворотний клапан, засувку, контроль тиску/рівня та байпас на резервуар; вимоги до мереж і вузлів – згідно з [2; 5].

Технологічні рішення. Для каламутних поверхневих джерел – коагуляція-фільтрування з УФ/хлор-дезінфекцією; для стабільнішої сирової води з переважно мікробіологічними ризиками – УФ із мінімальним хлором (цільовий залишок 0,2-0,5 мг/л на вході в мережу); для комплексно забруднених вод – UF із поліруванням активованим вугіллям; вимоги до якості питної води наведено у [1; 4].

Контроль якості. У польових умовах ключові індикатори – каламутність, UVT, залишковий дезінфектант, електропровідність та експрес-тести на коліформи; методичні підходи узгоджено з [1].

Енергетика та автономність. Питомі витрати енергії: 0,5 – 1,2 кВт·год/м³ для класичних схем і 1,0 – 2,5 кВт·год/м³ для UF. Для 50 м³/год потрібно орієнтовно 25 – 60 кВт електропотужності; ДГУ добирають з резервом ≥20%, передбачають заземлення, відведення вихлопу та запас пального на 72 год; експлуатаційні аспекти – згідно з галузевими правилами [3].

Економіка. Контейнерна модульність (20/40-фут) скорочує CAPEX і час мобілізації. До OPEX відносяться паливо ДГУ, реагенти, заміна картриджів/мембран, ламп УФ, повірка приладів і навчання персоналу. Доцільний TCO-підхід на 5 – 10 років із урахуванням імовірності НС і сезонності якості джерела.

Охорона праці. Основні ризики: хімічні (гіпохлорит, коагулянти), електробезпека (ДГУ, щити), підйомно-транспортні операції, шум/вібрація, освітлення нічних робіт. Контроль: ЗІЗ, локальна вентиляція, душі безпеки, заземлення, ЛОТО-процедури, зонування майданчика та маркування; вимоги визначено у ПТЕ та правилах охорони праці [3].

Комунікація. Плани реагування повинні містити шаблони повідомлень про режим споживання, кип'ятіння, місця роздачі та графік підживлення резервів, з урахуванням доступності для вразливих груп населення; нормативна рамка – [6].

Результати та обговорення. Для досліджених конфігурацій характерні діапазони: продуктивність 10 – 100 м³/год; розгортання 2 – 8 год; автономність 24 – 72 год; ефективність знезараження 3 – 4 log; залишковий дезінфектант 0,2 – 0,5 мг/л. Нічне підживлення резервів мінімізує втрати тиску та не створює конкуренції з пожежними потребами у піку [2].

Висновки. Мобільні системи водопідготовки підвищують стійкість водопостачання в НС, знижують санітарні ризики та посилюють пожежну готовність через швидке відновлення запасів і стабілізацію режимів ППВ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. Київ: Мінекономрозвитку України, 2015.
2. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Київ: Мінрегіон України, 2013.
3. Правила технічної експлуатації систем водопостачання та каналізації населених пунктів України: затв. наказом Держжитлокомунгоспу України від 05.07.1995 № 30. Київ, 1995.
4. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10): затв. наказом МОЗ України від 12.05.2010 № 400. Київ, 2010.
5. ДБН В.2.5-56:2014. Системи протипожежного захисту. Київ: Мінрегіон України, 2015.
6. Кодекс цивільного захисту України: Закон України від 02.10.2012 № 5403-VI. Відомості Верховної Ради України. 2013;34 – 35:458.

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ОСНОВ'ЯНСЬКІЙ ВОДОЙМИ З ПОЗИЦІЙ ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ В РЕКРЕАЦІЙНИХ ЦІЛЯХ

Старко М.В., ст. наук. співроб.

Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем»

У південно-західній частині Харкова знаходиться Основ'янська водойма. Сто років тому тут було невелике водний об'єкт, але після того, як поряд з ним почали добувати пісок, його площа виросла. Згодом тут намили піщану косу, облаштували зону відпочинку, і навіть проводили змагання з плавання [1].

Таким чином Основ'янська водойма це штучна водойма, яка утворилася на місці кар'єру, де зараз продовжують видобуток піску. Вона не є унікальною у Харкові. Всього водойм, які утворилися на території Харкова внаслідок кар'єрних розробок з видобутку піску та будівельних матеріалів, в місті 17 [2].

В Україні приблизно 82 % корисних копалин видобувається відкритим способом, тому кар'єрно-відвальний ландшафт є важливою частиною ландшафтної структури [3]. Часто кар'єри розташовуються безпосередньо у містах, де їх кількість може досягати значної величини. Так у Львові налічують 74 кар'єрні виїмки (Іванов Є., Біланюк В., 2025). Багато кар'єрів у Кривому Розі [4]. Незважаючи на велику кількість кар'єрів, до цього часу відзначається мала вивченість особливостей функціонування їх екосистем у міському середовищі. При цьому вважається перспективним покращення екологічної ситуації в містах шляхом створення природоохоронних та рекреаційно-відпочинкових об'єктів у межах ліквідованих кар'єрів будівельного сировини (Іванов Є., Біланюк В., 2025). Ознайомлення з Основ'янською водоймою та відбір гідрохімічних та гідробіологічних проб були проведені у липні 2025 року.

Хімічний аналіз води Основ'янській водоймі показав, що за основними показниками її якість відповідає рибогосподарським нормативам. За даними Регіонального офісу водних ресурсів у Харківській області (грудень 2024р.) вода Основ'янської водойми не має токсичності, відноситься до 1 класу якості і є чистою [5].

Функціонування Основ'янського водоймища відзначається з 1930-х років. У той же час даних щодо її гідробіологічного режиму в літературі виявлено не було. Тому результати наших досліджень багато в чому мають піонерний характер.

Береги озера заросли угрупованнями очерета звичайного *Phragmites australis*, а також рогами широколистим *Typha latifolia*, та вузьколистим *T. angustifolia*, декількома видами осок *Salix* sp. У самій водоймі були знайдені занурені рослини кушир темно-зелений *Ceratophyllum demersum*, рдести стеблооб'ємний *Potamogeton perfoliatus* та гребінчастий *Stuckenia pectinata*. Занурені рослини вкрити нитчастими водоростями. Велика прозорість води

(1,25м за диском Секі) свідчить про задовільні умови для розвитку вищих водяних рослин у цій водоймі.

Фітопланктон складається з 42 видових та внутрішньовидових таксонів 7 відділів, що характеризується як невисоке видове різноманіття планктонних водоростей для літнього сезону. Загальний розвиток фітопланктону складав за чисельністю 21,82 млн. кл/л, за біомасою – 2,28 мг/л.

У складі зоопланктонного співтовариства було виявлено 21 таксон 3 систематичних груп: *Rotatoria*, *Cladocera* та *Copepoda*. Основу зоопланктону Основ'янської водойми представляли коловертки (*Rotatoria*) та веслоногі рачки (*Copepoda*). Загальна чисельність зоопланктону Основ'янської водойми 04 липня 2025 року була 64,4 тис. екз/м³, біомаса – 1150,18 мг/м³.

Результати хімічного аналізу води показують її якість лише у момент відбору проб. Використання ж показників зростання риби дає можливість оцінювати довкілля їх проживання за більш тривалий період. Визначення швидкості зростання масових видів риби Основ'янської водойми, яке було проведено по лусці риби, відловлених рибалками-аматорами показало, що величини зростання масових риби Основ'янській водойми (плітки, ляща та верховодки) практично не відрізняються від таких у водних об'єктах Харківської області та перевищують їх у межах міста Харків. Це свідчить про відсутність впливу виробництва з видобитку піску на умови існування риби в Основ'янській водоймі, хоча розробка кар'єру ведеться тут з 1931 року.

Таким чином результати проведених досліджень показують, що екологічний стан Основ'янської водойми відповідає вимогам до водних об'єктів рекреаційного призначення і може згодом використовуватись для розвитку рекреаційного потенціалу міста.

ЛІТЕРАТУРА

1. Луганська В. О. Водоплавні птахи на штучних водоймах Харківської області у зимовий період / Сьома міжнародна конференція молодих учених «Харківський природничий форум». (16 – 17 травня 2024 р.): збірник наукових праць. – Харків: ХНПУ імені Г. С. Сковороди, 2024. – С. 122-125.

2. Гончаров Г. Л., Васенко О. Г., Туразіані Г. Д. Огляд фауни риби водних об'єктів міста Харків. Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Біологія», 2023, 41, 62 – 76.

3. Бондар О. Б., Бицюра Л. О, Файфура В. В. та ін. Характеристика найпоширеніших типів ландшафтів міста Кременця. Екологічні науки: науково-практичний журнал. № 5(50). Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2023. Видавничий дім «Гельветика», 2023. С. 119 – 126.

4. Руденко М. О. Архітектурно-планувальна організація громадських будинків і споруд на території рекультивованих кар'єрів. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата архітектури. Полтава: Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, 2017. 226с.

5. Звіт про надання послуг за договором від 20.11.2024 №15/74 «Вимірювання показників якості поверхневих вод ТОВ «КАР'ЄР ОСНОВА» (заключний). Харків: Регіональний офіс водних ресурсів у Харківській області, 2024. 31 с.

ДЕЯКІ ПИТАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ПЕРЕКАЧУВАННІ ВЕЛИКИХ ОБ'ЄМІВ ВОДИ ПІД ЧАС НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Стась С. В., канд. техн. наук, доц.,

Джевага Д. В., студентка

Національний університет цивільного захисту України

Під час надзвичайних ситуацій, пов'язаних із підтопленнями, повеннями або розливами річок, однією з ключових задач рятувальних служб є швидке та ефективне відведення надлишкової води з постраждалих територій.

Інженерний захист територій включає будівництво протизсувних, протиповеневих, протиселевих, протилавинних, протиерозійних та інших інженерних споруд спеціального призначення, їх утримання у функціональному стані [1]. З іншого боку, перекачування великих об'ємів води за допомогою пожежних рукавів дозволяє мінімізувати наслідки стихійного лиха для населення, об'єктів критичної інфраструктури, сільськогосподарських угідь та навколишнього середовища. Важливо, щоб рятувальники мали можливість максимально ефективно використовувати наявне обладнання без втрати продуктивності. Одним із сучасних способів підвищення ефективності перекачування є використання мікродоз спеціальних добавок, таких як змочувачі або піноутворювачі [2]. Вони здатні знижувати гідравлічний опір усередині рукавів завдяки зменшенню турбулентності потоку та покращенню ковзання води по внутрішніх стінках рукавів. Це дає змогу значно збільшити обсяг води, який може бути перекачаний за той самий проміжок часу, без потреби у додаткових ресурсах або потужніших насосах. Такий підхід не лише підвищує ефективність роботи рятувальників, а й дозволяє оперативніше реагувати на критичні загрози, скорочуючи час ліквідації наслідків стихійного лиха.

Застосування технологій зниження гідравлічного опору має високий потенціал для широкого впровадження в системі цивільного захисту. У тих випадках, коли фіксувалося зростання витрати рідини [2], мова йшла про застосування мікродоз піноутворювачів, а саме 0 ...0,05 % від загального об'єму рідини. При додаванні до води піноутворювача Барс максимальне збільшення витрати рідини фіксувалося при 0,02% зазначеного піноутворювача. Після проведення уточнюючих експериментів екстремум витрат (збільшення на 11,5 %) був зафіксований при додаванні 0,021% піноутворювача та напорі на насосі 6 бар.

Окреме практичне значення зазначеної проблеми зниження гідродинамічного опору полягає в тому, що її вирішення може позитивно вплинути на досягнення енергозбереження на водопостачальних підприємствах без значних інженерних чи технічних експлуатаційних витрат, а також на управління екологічними ризиками в екстремальних ситуаціях, що потребують значного водоспоживання (пожежі, техногенні аварії тощо). [3].

Слід зазначити, що вплив на гідродинамічний опір полімерних розчинів певних реагентів, які вже зарекомендували себе як придатні для використання у водопостачанні для знезараження води, мають антикорозійну активність та є безпечними для людини та навколишнього середовища, й донині вважається суперечливим [3]. Проте результати окремих досліджень дозволяють стверджувати про перспективність застосування мікродоз спеціальних добавок, таких як змочувачі або піноутворювачі, для впливу на гідродинамічний опір при транспортуванні великих об'ємів рідин, фактично покращуючи гідравлічну ефективність.

Додавання до води мікродоз поверхнево-активних речовин, таких як змочувачі або піноутворювачі, для досягнення цілей рятувальних операцій не становить істотної екологічної загрози. При концентраціях у межах 0,01–0,03 % ПАВ швидко розбавляються у навколишньому середовищі й не накопичуються у шкідливих кількостях. Більшість сучасних змочувачів є біорозкладними або мають низький клас небезпеки, що мінімізує ризики для водних екосистем. Таким чином, їх застосування в обмежених дозах є екологічно виправданим, особливо якщо враховувати критичну необхідність оперативного відведення води в умовах надзвичайної ситуації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України: Кодекс // Відомості Верховної Ради. – 2013, № 34 – 35, ст.458 (Редакція від 12.09.2025).
2. Stas, S., Kolesnikov, D., Vychenko, A., & Borsuk, O. (2025). Establishing the effect of low-percentage doses of foaming agents on increasing fluid consumption at its transportation by fire hoses. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(10 (134), 53 – 61. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.327906>.
3. Nyzhnyk, T., Mahlova, T., Strikalenko, T., Kolesnikov, D., Zemlianskyi, O., Stas, S., & Kopytin, D. (2025). Experimental study of the hydrodynamically active reagent for energy saving. *Ecological Engineering & Environmental Technology (EET)*, 26(6). <https://doi.org/10.12912/27197050/203370>.

УДК 502.36:352

ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СПРАВІ ОХОРОНИ ПІДЗЕМНИХ ВОД ВІД ЗАБРУДНЕННЯ

*Швидько Д. О., магістр, Кузнецова Н. В., канд. техн. наук, доц.,
Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут»*

Дуже поширена думка про те, що підземні води є невичерпними ресурсами і їх можна використовувати з яких завгодно джерел і в будь-якій кількості. Якісний склад підземних вод в умовах бурхливого розвитку промисловості, інтенсифікації сільського господарства, розширення площ

зрошуваних земель постійно погіршується. Поліпшення культурно-побутових умов життя населення, водоспоживання та інші форми використання водних ресурсів значно зростають, вода стає однією з дефіцитних корисних копалин. Наприклад, лише на Україні відбирається більш як 15 млн м³ за добу, 60 тис. м³ буровими свердловинами і 700 тис. м³ копаними колодзями. Життєдіяльність патогенних бактерій або вірусів тут може зберігатися протягом 100 діб, переміщуючись з ґрунтовим потоком. Усі анаеробні бактерії, до яких належить більшість патогенних, швидко гинуть у зоні аерації. Але забруднені води повністю очищаються від бактерій, проходячи через шар добре аерованого дрібнозернистого, піску товщиною 3-5 м. При цьому бактерії гинуть або сорбуються породою. Час виживання їх в умовах підземних вод ще однозначно не визначений. В теперішній час основними джерелами бактеріального забруднення підземних вод є:

- поля асенізації і фільтрації, двори для тварин, різного роду вигрібні ями, де має місце фільтрація забруднених вод у ґрунті;
- дефектна каналізаційна мережа;
- забруднена денна поверхня, особливо якщо зона аерації має тріщинувату структуру, через яку забруднені на поверхні атмосферні опади без перешкод проникають у підземні води;
- забруднені поверхневі води, гідравлічне зв'язані з підземними.

Хімічне забруднення проникає і поширюється, як і бактеріальне, значною мірою визначається властивостями гірських порід, через які фільтруються розчини. При цьому процес самоочищення незначний і забруднюючі речовини можуть лишатись у водоносному горизонті невизначено довгий час, переміщуючись на досить великі відстані. Тому хімічне забруднення підземних вод ліквідувати дуже важко. Основними джерелами хімічного забруднення підземних вод є стічні води промислових підприємств, інфільтрація атмосферних опадів, які випадають на території з твердими відходами хімічних виробництв, де розміщені сховища нафтопродуктів, застосування добрив і отрутохімікатів. Щоб запобігти виснаженню ресурсів підземних вод, розроблено заходи по їх збагаченню:

- регулювання поверхневого стоку талих і дощових вод за рахунок спорудження нагірних рівчаків, поперечного розорювання схилів, насадження кущів та ін.;
- спорудження в зниженнях рельєфу і балках ставків, які переводили б поверхневий стік у підземний;
- регулювання річкових вод греблями поблизу водозаборів підземних вод;
- розчищення річкових русел на ділянках депресійних воронок інфільтраційних водозаборів для збільшення фільтрації поверхневих вод;
- спорудження поглинальних свердловин;
- використання вод, які відкачуються на ділянках зрошення і осушення;
- спорудження підруслових водозаборів та ін.

Але все ж такі потрібно робити на попередження. Тому пропонується для збереження високої якості та запасів підземних вод забезпечити, насамперед,

шляхи розробки та організації щадних режимів експлуатації підземних водоносних горизонтів. Для дотримання цих режимів і для оцінки експлуатаційних запасів підземних вод необхідні системи гідрогеологічного прогнозування. За даними різних авторів нараховується від 100 до 250 методів прогнозу стану природного середовища. На першій місці з методів прогнозування використовується метод експертної оцінки. Суть методу в сучасному розумінні зводиться до спеціалізованих експертних оцінок і обробки анкет. Використовується в тому випадку, коли об'єкти прогнозу не піддаються формалізації повністю або частково. В основі методу лежить система отримання і обробки інформації шляхом цілеспрямованого досвіду. За допомогою методів експертної оцінки можна підвищити надійність прогнозів, отриманих за допомогою інших методів. Зважаючи на складний характер взаємодії параметрів підземних вод, а також якісної природи їх оцінювання, побудувати суворі математичні моделі часто неможливо. Тому застосування моделей на основі штучного інтелекту буде найраціональнішим. Причому особливістю таких моделей є включення експерта, а точніше, його інтелекту до досліджуваних процесів, у яких, розмірковуючи, експерт використовує продукційні правила виду «ЯКЩО-ТО».

Таким чином, завдання проведення оцінки якості та запасів підземних вод відноситься до класу завдань, в яких об'єкт дослідження є складним формалізованим процесом. Тому застосування знання орієнтованих інформаційних систем буде найефективнішим засобом моделювання. До таких систем, безумовно, належать системи підтримки прийняття рішень, що ґрунтуються на використанні нечіткої логіки. Такий підхід виглядає дуже привабливим та конструктивним. Так як змодельовати кваліфікованого та досвідченого фахівця можна у вигляді набору інструкцій щодо оцінки використання складного характеру взаємодії параметрів підземних вод.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кузнецова Н.В. Оцінка вірогідності професійної психофізіологічної придатності в умовах сучасних проблем екологічної безпеки. / Сучасні проблеми екології та техногенної безпеки регіонів: сб. наук. праць. V наук.-практ. конф., Київ – Харків – Крим, 2006. С. 67 – 70.

2. <https://geo.karazin.ua/wp-content/uploads/2022/11/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F-10.pdf>.

Секція 3. Утилізація та раціональне використання відходів

УДК 504.06, 502.573

АНАЛІЗ АСПЕКТІВ ЗАБРУДНЕННЯ КОМПОНЕНТІВ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД УТИЛІЗАЦІЇ МЕДИЧНИХ ВІДХОДІВ

*Батіна Н. Д., студентка,
Кондратенко О. М., д-р. техн. наук, проф.,
Національний університет цивільного захисту України*

Актуальність теми дослідження зумовлена наступними складовими.

Відповідність Наказу ДСНС України № 618 (з о/д) від 20.09.2013 р. «Про затвердження Положення про організацію екологічного забезпечення ДСНС України» [1], Указу Президента України № 722/2019 від 30.09.2019 р. «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року» [2], Постанова Кабінету Міністрів України № 476 від 30.04.2024 р. «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 31 грудня року, наступного після припинення або скасування воєнного стану в Україні» [3], Паспорту спеціальності 21.06.01 «Екологічна безпека», затв. Постановою президії ВАК України № 33-07/7 від 04.07.2001 р. [4], Закону України № 3769-IX від 04.06.2024 р. «Про внесення змін до деяких законів України щодо обов'язковості використання рідкого біопалива (біокомпонентів) у галузі транспорту» [5], Стандарту вищої освіти за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища» третього (освітньо-наукового) рівня у галузі знань 18 «Виробництво та технології», затв. Наказом МОН України № 1427 від 23.12.2021 р. [6], Тематиці наукових досліджень та науково-технічних (експериментальних) розробок на 2025-2029 роки, затвердж. Наказом МВС України № 326 від 21.05.2024 р. [7], Кодексу цивільного захисту України в чинній редакції від 12.09.2025 р., стаття 108 [8].

Мета дослідження. Виконати аналіз аспектів забруднення компонентів навколишнього природного середовища від утилізації медичних відходів.

Об'єкт дослідження. Негативний техногенний вплив на компоненти навколишнього природного середовища від утилізації медичних відходів.

Предмет дослідження. Якісні та кількісні показники, що характеризують об'єкт дослідження.

Матеріали дослідження. У дослідженні проаналізовано найпоширеніші у світі методи утилізації медичних відходів, серед яких спалювання, автоклавування, хімічна дезінфекція та новітні екологічно безпечні технології. Досліджено світовий досвід, який демонструє ефективність інтегрованих

систем контролю, роздільного збору та переробки при утилізації медичних відходів. Визначено проблеми утилізації медичних відходів в Україні, зокрема недостатню законодавчу базу, відсутність належної інфраструктури та фінансування. Детально розглянуто відходи категорії В (епідеміологічно небезпечні) та раціональні шляхи їх обробки. Описано можливі екологічні та соціальні наслідки, які виникають у разі неналежного поводження з медичними відходами: від забруднення ґрунтів і води до загрози поширення інфекцій. Сформовано схему ефективного поводження з відходами на прикладі конкретного медичного закладу, що дозволило виявити як сильні сторони системи, так і напрямки для її покращення. Сформовано порівняльну схему централізованої та децентралізованої утилізації, яка дозволила чітко визначити переваги, недоліки та доцільність використання кожної моделі в залежності від масштабу медичного закладу та місцевої інфраструктури. Визначено перспективи розвитку системи утилізації медичних відходів, зокрема впровадження автоматизованих систем обліку, нових технологій знезараження, покращення законодавчого регулювання та підвищення екологічної свідомості персоналу.

Висновки. Таким чином, у цьому дослідженні здійснено аналіз якісних та кількісних показників, що характеризують негативний техногенний вплив на компоненти навколишнього природного середовища від утилізації медичних відходів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ ДСНС України № 618 (з о/д) від 20.09.2013 р. «Про затвердження Положення про організацію екологічного забезпечення ДСНС України». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0618388-13#Text>.

2. Указ Президента України № 722/2019 від 30.09.2019 р. «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text>.

3. Постанова Кабінету Міністрів України № 476 від 30.04.2024 р. «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 31 грудня року, наступного після припинення або скасування воєнного стану в Україні». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/476-2024-%D0%BF#Text>.

4. Паспорт спеціальності 21.06.01 «Екологічна безпека», затв. Постановою президії ВАК України № 33-07/7 від 04.07.2001 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va7_7330-01#Text.

5. Закон України № 3769-IX від 04.06.2024 р. «Про внесення змін до деяких законів України щодо обов'язковості використання рідкого біопалива (біокомпонентів) у галузі транспорту». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3769-20#Text>.

6. Стандарт вищої освіти за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища» третього (освітньо-наукового) рівня у галузі знань 18 «Виробництво та технології», затв. Наказом МОН України № 1427 від 23.12.2021 р. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/vishcha->

osvita/zatverdzeni%20standarty/2021/12/24/183-Tekhn.zakh.navk.seredovyshcha-dokt.filos.pdf.

7. Тематика наукових досліджень та науково-технічних (експериментальних) розробок на 2025-2029 роки, затвердж. Наказом МВС України № 326 від 21.05.2024 р. URL: <https://mvs.gov.ua/normativno-pravovi-akti/nakaz-mvs-vid-21052024-326-pro-zatverdzenia-tematiki-naukovix-doslidzen-i-naukovo-texnicnix-eksperimentalnix-rozrobok-na-2025-2029-roki>.

8. Присяга служби цивільного захисту (Кодекс цивільного захисту України в чинній редакції від 12.09.2025 р., стаття 108). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text>.

УДК 631.41:622.7:628.477

ВИКОРИСТАННЯ ПОРОДИ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ВОЛОГИ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ҐРУНТАХ

*Богомаз О. П., Ph.D., доц.,
ТОВ ТУ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»*

Економне використання поливної води у східній частині України гальмується особливостями складу поверхневих шарів місцевих ґрунтів. Їх гранулометричний склад представлено переважно дрібними частками – мулистими та глинистими. Вони мають доволі високі показники вбирання води та набухання, що призводить до того, що за короткий проміжок часу на їх поверхні утворюється майже герметична перепона, яка гальмує надходження води до нижніх шарів ґрунту, а саме до кореневої системи рослин. Це визначає такі особливості, як повільна фільтрація вологи у нижні шари ріллі та швидке випаровування вологи з її поверхні. Таким чином, існує необхідність створення умов для зберігання води, що подається для поливу, не на поверхні, а на глибині розташування коріння рослин.

Аналіз сучасних іригаційних технологій, які застосовуються в агропромисловому секторі, показав, що здебільшого вони спрямовані на раціональне використання води та рівномірний її розподіл по зрошуваній ділянці, проте не вирішують питання накопичення води у ріллі. Тому слід розглянути можливість штучної зміни фільтрувальних властивостей ґрунту задля стимулювання утримання поливної вологи у ріллі. Змінити фільтраційні властивості ґрунту можна за рахунок внесення до його складу речовин, що збільшують його водопроникність. Такими речовинами можуть бути, наприклад, певні фракції піску або матеріали, не схильні до набухання. У такому контексті інтерес становлять тверді відходи гірництва.

Було запропоновано технологію накопичення та утримання води у ріллі, яка полягає у створенні паралельних рядків канавок певної глибини та

ширини, які заповнюють дрібним матеріалом, переважно відходом гірництва – перегорілою відвальною масою. За станом перегоріла порода близька до напівкераміки, має пористу структуру, не схильна до розмокання, а отже позитивно впливає на розвиток рослин. Фракції розміром від 0,63 мм до 3 мм мають відносно високий показник фільтрації [1]. Вода, затримана у канавці з породою, значно повільніше випаровується і, як наслідок, більша її частина мігрує до нижніх шарів ґрунту, де розташоване коріння рослин.

Слід зазначити, що заповнення порожнечі канавки сумішшю, виготовленою на основі перегорілої відвальної маси з додаванням піднятих з водою донних осадів може слугувати засобом підвищення врожайності. Крім того, необхідно додати, що утворення канавок не ускладнює землеробства у наступні роки, оскільки розорювання канавок та розсіювання породи у поверхневому шарі ріллі покращує її фільтраційні характеристики.

Сутність технології використання добрив з відходів вугільних шахт полягає у подрібненні та усередненні відвальної маси безпосередньо на місці утворення, внесенні її на поверхню ріллі під передпосівну обробку та подальшому загортанні культиватором на глибину 8-10 см. Такі добрива не завдають негативного впливу на агрохімічний стан ґрунтів та водні ресурси, а також значно підвищують біологічну активність ґрунтів, сприяючи збільшенню вмісту фракції гумінових кислот у загальному балансі гумусу за рахунок перетворення органічної речовини відходів під впливом процесів вивітрювання. Одночасно, майже на порядок, збільшується здатність оброблених ґрунтів до фіксації молекулярного азоту з атмосфери за рахунок інтенсивного розвитку бактерій, що вільно живуть, – азотфіксаторів. Під впливом різних доз вугледобрив (до трьох т/га) збільшується питома поверхня ґрунту з 19,87 до 28,18 м²/г, вміст гумусу з 1,84 до 2,38%. Маючи високу сорбційну здатність, вони здатні закріпити на своїй поверхні не менше 60% водорозчинних органічних речовин, при цьому повністю поглинаючи гумінові кислоти та на 54% фульвокислоти, забезпечуючи досить високий ступінь їх фіксації.

За результатами проведених обчислювальних експериментів у нестационарній постановці було отримано якісні показники механізму розподілу води у дослідному фрагменті ґрунті [2]. Встановлено хвилеподібний характер міграції води під впливом гравітаційних і капілярних сил. Проведені дослідження показали, що зрошувальна вода концентрується у системі «канавка з породою – зволожений масив ґрунту», яка має вигляд овалу з обмеженою площею контакту з поверхнею. Це визначає малу інтенсивність випаровування, і, відповідно, високу ефективність запропонованого способу утримання води у ріллі за допомогою додавання твердих відходів вугільних шахт.

ЛІТЕРАТУРА

1. Kostenko, V., Bohomaz, O., Hlushko, I., Liashok, N., Kostenko, T. Use of solid mining waste to improve water retention capacity of loamy soils. *Mining of Mineral Deposits*, 2023, 17(4), 29-34. <https://doi.org/10.33271/mining17.04.029>

2. В. К. Костенко, О. П. Богомаз, С. О. Сідней, О. І. Кутняшенко, М. І. Таврель, С. О. Вірич Використання відходів гірництва для збереження вологості ґрунту. *Вісті Донецького гірничого інституту*, 2 (55), 2024, 48 – 58. . <https://doi.org/10.31474/1999-981X-2024-2-48-58>.

УДК 504:614.8

ПРОБЛЕМИ БЕЗПЕКИ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

Гапоненко Ю. І., викладач

Дегтяренко О. О., студент

Національний університет цивільного захисту України

Людина неспроможна жити, не залишаючи після себе тверді побутові відходи (ТПВ). Їх кількість залежить від багатьох різних факторів. У середньому прийнято вважати, що на одного мешканця на рік накопичується 250 кг сміття [1].

На загальне накопичення ТПВ впливають такі фактори:

1. Ступінь благоустрою будівель (наявність сміттєпроводів, системи опалення, теплової енергії для приготування їжі, водопостачання та водовідведення);
2. Розвиток мережі громадського харчування та побутових послуг;
3. Рівень виробництва товарів масового попиту та культура торгівлі;
4. Рівень охоплення комунальним очищенням культурно-побутових та громадських організацій;
5. Кліматичні умови.

Відходи збираються як на спеціалізованих (санкціонованих місцях), так і на звалищах, що виникають стихійно (місця без дозволу).

Сконцентровані у відвалах, на звалищах відходи, є небезпечними джерелами забруднення поверхневих та підземних вод, атмосферного повітря, ґрунтів та рослин. Така ситуація становить реальну загрозу життю та здоров'ю людей.

Проблема твердих побутових відходів є гостро актуальною, оскільки її розв'язання пов'язано з необхідністю забезпечення нормальної життєдіяльності населення, санітарної очистки міст, охорони навколишнього середовища та ресурсозбереження.

ТПВ включають різноманітні речовини органічного та мінерального походження: харчові відходи, використаний папір та картон, текстиль, деревину, кістки, шкіру, гуму, пластмасу, метал, скло, каміння та ін. Сміття є сприятливим середовищем для розвитку мікроорганізмів, що викликають деякі інфекційні. Тому не знешкоджені відходи можуть бути джерелом масового забруднення навколишнього середовища.

Жоден із способів збирання та видалення відходів, що застосовуються в даний час, не є повністю задовільним ні за санітарно-гігієнічними, ні за техніко-економічними показниками.

До відходів продовжують ставитися як до небажаних матеріалів, так і головне, що турбує багатьох людей, як краще приховати відходи. Тим часом відходи ще вчора були елементами природи, і першою ціллю у поводженні з ними має бути відновлення ресурсів та залучення їх до господарського обороту з метою отримання необхідних нам матеріалів з одночасною мінімізацією звернення за ними до природи.

У США 41% твердих побутових відходів (ТПВ) класифікується як «особливо небезпечні», в Угорщині – 33,5%, у Франції – 6%, Великобританії – 3%, у Японії – 0,3%. В Україні до небезпечних відходів відносять 10% від усієї маси ТПВ. У багатьох країнах світу кількість токсичних (небезпечних) відходів неухильно зростає. Слід згадати, що на території України є давно забуті поховання небезпечних відходів, на яких згодом збудували житлові будинки та інші об'єкти. Але, на жаль, їх облік поки не проведено.

Серед відходів виробництва та споживання виділяють категорію небезпечних відходів, тобто такі відходи, що містять речовини із небезпечними властивостями. Наприклад, ними є біологічно-, пожежо- або вибухонебезпечні, токсичні, що мають високу реакційну здатність відходи [2].

Аналіз морфологічного та елементного складу сміття дозволяє зробити висновки:

1. У складі ТПВ є цінні хімічні елементи, які можуть використовуватися як вторинна сировина для виробництва продукції.

2. У складі ТПВ можуть перебувати шкідливі та токсичні хімічні елементи та речовини, присутність яких у навколишньому середовищі є небезпечним.

3. Морфологічний склад відходів з урахуванням їхнього елементного складу показує, що вони можуть за певних умов розкладатися і горіти, тому що в їх складі знаходяться матеріали та речовини здатні до окисного розкладання та горіння. Ця обставина повинна створювати додаткові проблеми на всіх етапах існування відходів: при їхній утилізації, переробці, зберіганні.

Таким чином, способи поводження з відходами залежатимуть не тільки від їхньої кількості, а й від властивостей, зокрема пожежонебезпеки та токсичності.

Відходи ТПВ незалежно від їхнього складу в більшості випадків утилізуються на полігонах ТПВ, що негативно позначається внаслідок їхнього захоронення. На жаль в Україні поділ за класами відходів ТПВ від первісного джерела (людина, фабрика, завод, автотранспортне підприємство тощо) відбувається не настільки уважно, як у зарубіжних країнах. Але прогрес в даному напрямі людської діяльності підвищується.

ЛІТЕРАТУРА

1. Черп О. М., Вініченко В.Н. Проблема твердих побутових відходів: комплексний підхід. URL: [http:// www.ecologia.nier.org](http://www.ecologia.nier.org).
2. Рашкевич Н. В. Аналіз техногенної небезпеки технологій поводження з твердими побутовими відходами / Комунальне господарство міст. Серія: технічні науки та архітектура. Т. 6. № 152. (2019). С. 58 – 66.

УДК 541.183:661.183.12

ВИКОРИСТАННЯ ШЛАКОВИХ ВІДХОДІВ В ЯКОСТІ СОРБЕНТІВ ПРИ ОЧИСТЦІ ПРОМИСЛОВИХ ВОД

*Грайворонська І. В., канд. техн. наук, доц.,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

Сучасна екологічна ситуація характеризується антропогенним навантаженням на природні ресурси. У зв'язку з цим доцільно використовувати відходи виробництва на реалізацію заходів щодо охорони навколишнього середовища. Одним із перспективних способів очищення вод є сорбція. Економічна ефективність сорбційного очищення зростає, якщо як сорбенти застосовуються недорогі матеріали та відходи, зокрема шлаки різних виробництв.

Метою роботи було визначення мінералогічного та радіонуклідного складів шлаків Побузького феронікелевого комбінату (ПФНК), Нікопольського заводу феросплавів (НЗФ) та «АрселорМіттал» Кривий Ріг, а також вивчення їх сорбційних властивостей по відношенню до органічних сполук.

Методами дослідження були рентгенофазовий, гамма-спектрометричний, електронно-зондовий мікроаналіз та спектрофотометричний аналіз. Рентгенофазовий аналіз показав, що зразки шлаків ПФНК (виробництво FeNi) та НЗФ (виробництво FeSi) містять одну або кілька фаз зі структурою діопсиду [1] та титаніт [2]. Шарувата структура діопсиду сприяє до прояву ним сорбційних властивостей. Шлак «АрселорМіттал» Кривий Ріг містить алюмосилікати кальцію та магнію, що послужило основним критерієм вибору даного шлаку як об'єкту дослідження сорбційних властивостей. Гамма-спектрометричним методом визначено питому активність природних радіонуклідів шлаків. Основним радіаційним параметром, що регламентується, є ефективна питома активність (C_{ef}) природних радіонуклідів, згідно з величиною якої всі шлаки відносяться до I класу радіаційної небезпеки з $C_{\text{ef}} \leq 370 \text{ Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$ (використання без обмежень).

Методом растрової електронної мікроскопії встановлено наявність склофаз та поодиноких пор на поверхні всіх досліджених зразків шлаку. З огляду на характеристики поверхневого шару, усі вивчені шлаки можна

вважати ефективними сорбентами, оскільки їхня поверхня має численні мікроскопічні виступи та заглиблення. Насиченість валентних сил атомів у різних ділянках поверхні змінюється, що зумовлює енергетичну неоднорідність поверхні та формування активних сорбційних центрів.

Сорбція металургійними шлаками органічних речовин вивчена методом спектрофотометрії за допомогою приладу – спектрофотометра SPEKOL 11 відносно дистильованої води при довжині хвилі $\lambda = 620$ нм. В якості сорбату було використано органічний барвник метиленовий синій (МС). Межа основної похибки становить 5 %. Величину адсорбції шлаку (a) розраховували за формулою:

$$a = \frac{(C_1 - C_2) \cdot V}{m}, \text{ мг / г,}$$

де C_1 та C_2 – концентрації сорбату до та після сорбції, мг/дм³;

V – об'єм розчину, дм³;

m – маса сорбенту, г.

Активацію металургійних шлаків проведено з метою підвищення ефективності сорбції ними органічних сполук з розчину. Хімічна активація шлаків проведена розчинами кислоти та лугу, а також витримкою у воді протягом 1 доби. Для шлаку ПФНК [3] найвище значення a – 0,154 мг/г протягом 3 діб спостерігається при хімічній кислотній активації розчином 0,5 М Н₂SO₄, ефективність вилучення МС 77 %. Для шлаку НЗФ за 3 доби величина a кислотно-активованого шлаку становить 97 % від максимальної величини при ефективності очищення розчину 92 %, що цілком достатньо для видалення органічних сполук з промислових стічних вод. Межа сорбції МС шлаком «АрселорМіттал» Кривий Ріг не залежить від типу хімічної активації, однак найінтенсивніше процес сорбції відбувається після кислотної активації шлаку. При обробці водою сорбція проходить дещо повільніше, проте різниця у швидкості не є суттєвою. Тому, з огляду на економію хімічних реагентів та уникнення стадії промивання шлаку від активатора, доцільно застосовувати попередню водну обробку, яка забезпечує ефективність вилучення МС на рівні 97 % після триденної експозиції.

Відсутність зворотного надходження в рідку фазу поглинених сорбатів є важливим критерієм ефективності сорбційного процесу. Шлаки, що поглинули МС до досягнення максимальної величини адсорбції a , витримували у воді протягом 30 діб. Після цього у контрольних зразках води МС не було виявлено, що підтверджує ефективність сорбційного процесу та свідчить про відсутність десорбції МС зі шлаків завдяки формуванню достатньо міцних зв'язків під час сорбції. Відсутність процесу десорбції органічних сполук із використаних шлаків гарантує безпечність їх подальшого застосування у виробництві будівельних матеріалів.

Таким чином, відповідно до мінералогічного складу та наявності алюмосилікатів кальцію і магнію, в якості сорбентів можуть використовуватися металургійні шлаки. Підібрано режими оптимальної хімічної активації шлаків.

Доведено ефективність сорбції та міцність сорбційних зв'язків за відсутності десорбції органічних барвників із відпрацьованих шлаків.

ЛІТЕРАТУРА

1. Bruno E. Crystal structures of Ca-rich Clinopyroxenes on the $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$ - $\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6$ join / E. Bruno, S. Carbonin, G. Molin // *TMPM. Tschermaks Mineralogische und Petrographische Mitteilungen*. 1982. V. 29. P. 223 – 240.
2. Горощенко Я. Г. Хімія титану. К. Наукова думка: 1970. Ч. 1. С. 26.
3. Khobotova E. Sorptive features of FeNi alloy production slag / E. Khobotova, I. Grayvoronskaya // *Nauka i Studia. Przemysl*, 2012. № 7(52). S. 45 – 53.

УДК 628.477-043.86(477); 628.4:330.322:502/504(477)

ВІД ВІДХОДІВ ДО РЕСУРСІВ: ІНВЕСТИЦІЙНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ

*Льїна А. О. канд. економ. наук, доц.,
Державний торговельно-економічний університет*

Циркулярна трансформація секторів економіки актуалізує питання утилізації та раціонального використання відходів, які переводяться у ресурси із скороченням навантаження на навколишнє середовище. Це відкриває додаткові джерела зайнятості за напрямками різного інвестиційного профілю.

У промисловому дизайні та машинобудуванні найбільший потенціал має ремануфактура, пов'язана із модульним дизайном і використанням вторинних матеріалів, яка знижує витрати, зменшує відходи та створює робочі місця у сервісних ланцюжках. Інвестуванню підлягають модернізація майданчика (\$1 – 5 млн на об'єкт) і НДДКР за модульністю (\$0,2 – 1 млн) за корпоративні CAREX (капітальні витрати), «зелені» кредити, лізинг обладнання та національні фонди ресурсної ефективності, терміном окупності 3 – 6 років за рахунок економії матеріалів, логістики та розширення сервісу для будівництва й реконструкції [1].

У будівництві та реконструкції перехід від «зносу-будівництва» до «демонтажу-повторного використання» знижує CO_2 , економить ресурси та прискорює цикли збору матеріалів, сортування, підготовки команди демонтажу. Інвестуванню підлягають хаби (\$2 – 10 млн) та навчання (\$0,1 – 0,5 млн) в контексті публічно-приватного партнерства (ППП), ESG-облігацій та міських паспортів устаткування, терміном окупності 4 – 7 років за рахунок продажу відновлених матеріалів, зокрема текстильних, і меншої плати за поховання [2].

Говорячи про текстиль та моду, то тут виготовлення із старих речей нових (апсайклінг), оренда/ремонт та переробка волокон скорочують полігонні відходи й створюють локальні робочі місця. Важливими джерелами

фінансування є імпакт фонди; кошти, виділені за програмами соціального підприємництва, та гранти креативних індустрій. Вкладення є невеликими – \$50 – 300 тис. (у хаби), \$0,5 – 2 млн (у міні-лінії), терміном окупності 2 – 4 роки завдяки сервісній прибутковості та багаторазовому життєвому циклу виробів, де особливе місце займають електроніка та інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) [3].

Якщо брати до уваги електроніку та ІКТ, збір відходів електронного обладнання (e-waste), розбирання/сортування та попереднє виготовлення модульних конструкцій (префабрикація) зменшують токсичність і повертають дорогоцінні/рідкоземельні метали. Тут джерелами фінансування стають фонди EPR (Extended Producer Responsibility – розширена відповідальність виробника), приватні кошти, «зелені» кредити, buyback-угоди (зворотний викуп акцій) в обсязі \$1 – 5 млн (у станції) та \$5 – 20 млн (у заводи глибокої переробки), терміном окупності 4 – 7 років при стійких контрактах і механізмах EPR [4].

Відтак у секторах агро- та біотехнологій рішення знизити залежність від викопних ресурсів замикають біологічний цикл, що покращує стан ґрунтів у напрямках компостування органіки, анаеробного зброджування (AD) з біогазом і біополімерів. Фінансовими ресурсами є CAPEX, виділені в контексті програм розвитку аграрного сектору, кліматичних фондів, «зелених» тарифів і гарантії походження енергії в обсягах \$0,5 – 3 млн (у компостні станції та локальні системи роздільного збору), \$10 – 60 млн (у великі комплекси) та \$10 – 50 млн (у пілотні лінії біополімерів), терміном окупності 5 – 10 років за рахунок продажу компосту, біогазу/електроенергії та потенційно вуглецевих сертифікатів [5].

Надалі у секторі муніципальних послуг утворюється системна ланка міської економіки відходів, яка включає станції сортування (Material Recovery Facility, MRF), роздільне збирання, окрему обробку органіки, інфраструктуру повторного використання («бібліотеки речей», центри обміну) й сучасні установки енергетичної утилізації (Waste to Energy, WtE) залишкової фракції («МСЗ 2.0»). Типовим вкладенням підлягають MRF (\$5 – 25 млн), мережі роздільного збору та потужності під органіку для міста 0,5 – 1 млн жителів (\$5 – 40 млн), WtE (\$150 – 400 млн за 150 – 300 тис. т/рік) за рахунок муніципальних облігацій, концесій, грантів МФО, тарифних платежів населення/бізнесу, а також на засадах PPP, термінами окупності 5 – 8 років (MRF), 6 – 10 років (органіка) і 12 – 20 років+ (WtE) за достатнього збору й довгострокових контрактів на вивіз та енергію/тепло, що суттєво впливає на сприятливість умов проживання [6].

Таким чином, переробка відходів підтверджує реалізованість циркулярної економіки через поєднання проєктів із швидкою окупністю та вузлової інфраструктури, де стійке відтворення ефектів потребує чіткої інституційної рамки: стандарти екологічного дизайну й «паспорта матеріалів» підвищують ліквідність вторинної сировини, повсюдна EPR з електроніки та упаковки формує стабільний попит на переробку, міські правила роздільного збору та тарифне тарування вибудовують економіку поведінки, «зелені» облігації дають доступ до довгого капіталу, а кадрові програми забезпечують якість процесів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Remanufacturing Market Report 2025. StartUs Insights. URL: <https://www.startus-insights.com/innovators-guide/remanufacturing-market-report/?utm>
2. Building Materials: Reuse Analysis. SF Environment, 2025, March. 39 p. URL: <https://carbonneutralcities.org/wp-content/uploads/2024/05/220315-Building-Materials-Reuse-Analysis-Report.pdf?utm>
3. Textiles Waste Hotspots Report. WRAP, 2024, March 31. URL: <https://www.wrap.ngo/resources/report/textiles-waste-hotspots-report?utm>
4. Schlupe M., Spitzbart M. Business Plan for a manual e-Waste Dismantling Facility in Cambodia. UNIDO, 2015, November. 32 p. URL: <https://www.unido.org/publications/ot/9659195/pdf?utm>
5. IEA Bioenergy Task 37 – A perspective on the state of the biogas industry from selected member countries. IEA Bioenergy, 2022, February. 65 p. URL: <http://task37.ieabioenergy.com/>
6. Material Recovery Facilities (Qualifying Materials): Market Overview. Monksleigh, 2024, February, 52 p. URL: https://www.letsrecycle.com/wp-content/uploads/2024/02/MRF_Report_Feb_2024.pdf?utm.

РОЗВИТОК СИСТЕМИ ФАНДОМАТИВ В УКРАЇНІ: СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ

*Ісакова О. Ю., здобувачка,
Микитенко Н. В., канд. економ. наук, доц.,
Державний торговельно-економічний університет*

В наш час посилюється актуальність формування екологічної свідомості споживачів, забезпечення чистоти навколишнього середовища і раціонального використання ресурсів. Проблема переробки відходів та відповідального споживання стає дедалі важливішою в умовах глобальних екологічних викликів. В Україні розроблена державна екологічна політика [1], яка корегує і спрямовує діяльність у сфері охорони довкілля та раціонального використання природних ресурсів. Перехід України на європейські екологічні стандарти [2] стимулює застосування і розвиток екологічних інновацій: recycling, інтеграцію штучного інтелекту до процесу сортування відходів, використання відновлюваних джерел енергії для роботи сміттепереробних комплексів, а також впровадження таких екоінновацій, як фандомати.

Фандомат – це автомат, який обмінює пластикову, алюмінієву чи скляну тару на гроші або спеціальні чеки, що використовуються в спеціалізованих магазинах [3]. Зазначені автомати є елементом депозитно-поверненої системи (Deposit Return Scheme, DRS), що довела свою ефективність у Європі та світі як інструмент підвищення рівня збору вторинної сировини та зменшення кількості сміття. Депозитно-повернена система – це механізм, за яким споживачі

сплачують певну «заставу» за тару під час купівлі товару, а потім отримують назад сплачену суму, віддавши тару в пункти прийому або фандомат [4]. Система фандоматів і DRS стимулюють повторне використання та переробку упаковки, зменшують кількість відходів і сприяють відповідальному ставленню споживачів до навколишнього середовища. Система фандоматів уже довела свою ефективність у Європі та світі, і на даний момент ідея їх застосування популяризується на теренах України.

На сьогодні в Україні є лише поодинокі ініціативи щодо встановлення фандоматів, проте відсутня повноцінна національна система їх підтримки. Наразі в країні утворюється понад 1,5 млн. тонн пластикових відходів, і лише близько 6 % усіх відходів підлягає переробці, а рівень повторного використання тари взагалі офіційно не фіксується. Функціонують лише 1500 вітчизняних підприємств, які мають інфраструктуру збору і переробки вторинної сировини, що є критично низьким показником [2]. І хоча ініціативи й локальні рішення вже з'являються (благодійні прийомні автомати), втім відсутність чіткої законодавчої бази і масштабної інфраструктури роблять їх малоефективними.

Перспективи розвитку системи фандоматів в Україні безпосередньо пов'язані із загальною тенденцією до впровадження депозитно-поверненої системи (DRS). Насамперед, слід розробити нормативно-правову базу та почати впровадження пілотних проєктів, що при подальшому розвитку будуть масштабуватись та розгалужуватись. Також важливо подбати про фінансові стимули до впровадження систем (гранти і податкові пільги на встановлення обладнання, залучення міжнародних фондів), освітні та інформаційні проєкти в даній сфері (співпраця з освітніми закладами, гейміфікаційні кампанії для залучення користувачів), розвиток необхідної інфраструктури (центри сортування та пресування, системи моніторингу наповненості фандоматів). Прогнозується, що після ухвалення нормативної бази та запуску державної депозитної системи протягом перших двох-трьох років її функціонування рівень збору відходів може зрости до 70 – 90 %. Відповідно до розрахунків науковців, середнє значення продуктивності пункту прийому складе 2 600 людей [2], тому згідно з даними розрахунками, в Україні необхідно встановити близько 20000 таких пунктів. Не слід забувати, що системи фандоматів та DRS відкривають також соціально-економічні перспективи: появу нових робочих місць, розвиток малого бізнесу, зміцнення соціальної відповідальності бізнесу тощо.

Таким чином, впровадження та розвиток в Україні системи DRS і фандоматів має великі перспективи та значний потенціал в напрямі формування екологічної свідомості населення, зменшення обсягів побутових відходів і загального покращення стану довкілля. Особливої актуальності зазначений вектор розвитку набуває нині в умовах російської агресії на фоні злочину екоциду, який чинить сусідня країна на українських землях, адже розвиток системи DRS і створення розгалуженої мережі фандоматів сприятимуть ефективнішому збору і переробці тари, формуванню культури відповідального споживання й ощадливого використання ресурсів, що сприятиме побудові

екологічно-свідомого українського суспільства, орієнтованого на збереження природних ресурсів і сталий післявоєнний розвиток нашої держави.

ЛІТЕРАТУРА

1. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Державна екологічна політика. URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/> (дата звернення: 18.10.2025).
2. Сидоренко С. Система повернення тари. Район.in.ua. URL: <https://eco.rayon.in.ua/blogs/834983-sistema-povernennya-tari> (дата звернення: 19.10.2025).
3. В Україні можуть з'явитися фандомати, проте у Мінрегіонрозвитку не називають строки. URL: <https://ukr.radio/news.html?newsID=90293> (дата звернення: 20.10.2025).
4. GS1 in Europe. GS1 in Europe Packaging Activity – Workstream 2 – Deposit Return Schemes in Europe. The Global Language of Business. 2024. Vol. 1. p. 8–13. URL: <https://gs1.eu/wp-content/uploads/2024/06/GS1-in-Europe-Packaging-Activity-2024.pdf> (дата звернення: 20.10.2025).

УДК 574:631.1

БЕЗВІДХОДНІ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНІ ВОГНЕГАСНІ ЗАСОБИ НА ОСНОВІ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ

Кіреєв О. О., д-р. техн. наук, проф.,

Русенко К.О., викладач

Національний університет цивільного захисту України

В теперішній час основним вогнегасним засобом гасіння рідин є різні види пін. Але всі вони мають суттєвий недолік – в їх складі знаходяться поверхнево активні речовини, більшість з яких є екологічно небезпечними [1, 2]. Крім того, піни забруднюють рідини, які вони гасять, що приведе до неможливості їх подальшого використання. Це викликає потребу в переробці або утилізації цих горючих рідин.

Цього недоліку позбавлені вогнегасні системи на основі сипких матеріалів [3]. До їх складу входять такі – гранульоване або подрібнене піноскло, дисперсні спучені перліт і вермікуліт. Всі ці сипкі матеріали хімічно інертні, вони не розчиняються у воді і горючих рідинах. Крім того вони термічно стійкі. Ще однією перевагою сипких матеріалів є можливість їх багаторазового використання після процедури їх сушіння [4]. Нижній шар вогнегасної системи сформовано з гранул ПС розміром 10-15 мм. Цей шар забезпечує плавучість вогнегасної системи. Верхній шар забезпечує високі ізолюючі властивості і повинен складатися з частинок розміром 1–3 мм.

Змочування верхнього шару водою суттєвою підвищує ізолюючі та охолоджуючі властивості вогнегасної системи.

В роботі [5] представлені результати експертної оцінки комплексного показника вогнегасної ефективності систем на основі легких сипких матеріалів та ряду інших вогнегасних засобів горючих рідин. Це оцінювання проведено на основі опитування 12 фахівців в різних галузях науки. Однією зі складових комплексного показника вогнегасної ефективності було обрано витрати на компенсацію екологічної шкоди від ВР. Для цього було запропоновано використання чотирьохбальної шкали:

- 1 – низьке значення;
- 2 – середнє значення;
- 3 – високе значення;
- 4 – дуже високе значення.

На основі оцінок експертів було розраховано середнє значення відповідного показника. Результати для систем піноскло+перліт (ПС+Пер), ПС+Пер+вода, ПС+гель, пени швидкого твердіння (ПШТ) і повітряно-механічні піни (ПМП) представлено в таблиці. Результати по ШТП взяті з роботи [6]. ШТП містять у своєму складі піноутворювач, рідке скло і гідрокарбонат натрію, концентрації компонентів підібрані так, щоб після змішування розчину гелеутворювача і каталізатора відбувається гелеутворення протягом ~1 хвилини, що приведе до втрати текучості.

Таблиця 1 – Експертна оцінка витрат на компенсацію екологічної шкоди від дії вогнегасної речовини при гасінні резервуарів з горючими рідинами.

Вогнегасна система				
ПМП	ПШТ	ПС+гель	ПС+Пер	ПС+Пер+вода
1,6	1,6	2,6	4,0	3,8

Аналіз наведених даних дозволяє зробити висновок, що вогнегасні системи, у яких в якості компонента вогнегасної системи використовується піноскло, отримали більш високі оцінки порівняно с пінними засобами пожежогасіння. Це обумовлено відсутністю в системах на основі сипких матеріалів поверхневоактивних речовин. З систем на основі сипких матеріалів найнижчий показник має система, в якій присутній гель. Це обумовлено використанням розчинів силікату натрію і кальцій хлориду.

Найвищі оцінки отримали системи піноскло + перліт і піноскло + перліт + вода. Це обумовлено тим, що в них використовуються екологічно безпечні сипкі матеріали. Також експериментально було встановлено, що піноскло та перліт можна використовувати багаторазово. Для цього достатньо просушити ці матеріали на повітрі. Це підвищує екологічні та економічні характеристики таких вогнегасних засобів.

Запропоновано вогнегасні системи на основі легких сипких матеріалів, призначених для гасіння горючих рідин. До складу таких вогнегасних засобів не входять екологічно небезпечні речовини. Таки засоби гасіння є безвідходними, вони можуть бути використані багаторазово.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ying G. G. Fate, behavior and effects of surfactants and their degradation products in the environment. *Environ. Int.* 2006. Vol. 32. № 3. P. 417 – 431.
2. Dadashov I., Loboichenko V., Kireev A. Analysis of the ecological characteristics of environment friendly fire fighting chemicals used in extinguishing oil products. *Pollution Research Paper.* Vol 37, Issue 1. 2018. P. 63 – 77.
3. Properties of multi-component fire extinguishing systems based on light bulk materials. Makarenko V., Kireev A., Slepuzhnikov Y., Hovalenkov S. *Key Engineering Materials.* 2023. Vol. 954. P. 177 – 184. (Switzerland).
4. Кіреєв О. О., Гапон Ю. К., Чиркіна-Харламова М. А., Слепужніков Є. Д., Черкашин О. В. Вибір найбільш ефективного засобу гасіння легкозаймистих рідин. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2024. № 2(40). С. 30 – 43.
5. Бабашов І. Б., Дадашов І. Ф., Кіреєв О. О., Савченко О. В., Мусаєв М. Є. Результати визначення вогнегасних характеристик сипких матеріалів при гасінні етанолу. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2023. № 1(37). С. 250 – 263.
6. Петухов Р. А., Трегубов Д. Г., Жернокльов К. В., Савченко О. В. Підвищення ефективності локалізації надзвичайних ситуацій пов'язаних з розливом летучих токсичних рідин шляхом використання пін із заданим часом тверднення // Проблеми надзвичайних ситуацій. 2019. № 29. С. 4 – 8.

УДК 504.06

УТИЛІЗАЦІЯ ТА РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ

Клочко Т. О., канд. техн. наук, доц.,

Пономаренко Р. Р., магістр

Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут»

Сучасна екологічна ситуація характеризується постійним зростанням обсягів твердих побутових відходів (ТПВ) та промислових відходів, що становить одну з найгостріших проблем довкілля та економіки. Основними джерелами утворення сміття є побутовий сектор, промисловість, сільське господарство та сфера послуг. За даними експертів, щорічне утворення ТПВ в Україні сягає понад 10 млн. тон, більша частина яких досі потрапляє на полігони та несанкціоновані звалища.

Значну частку відходів, становить пластик, який має вкрай тривалий період напіврозпаду (понад 200 років) і накопичується в навколишньому середовищі, спричиняючи деградацію екосистем, зокрема мікропластикове забруднення водних об'єктів та ґрунтів. Неналежне поводження з відходами, включно з їх захороненням, призводить до забруднення ґрунтів, міграції фільтрату у водні ресурси та атмосферного повітря через виділення біогазу (метану), а також до виникнення небезпечних для здоров'я людини речовин і

зростання парникового ефекту. Ефективне вирішення проблеми сміття можливе лише через кардинальну зміну парадигми поводження з ресурсами.

Важливим напрямом є розвиток та впровадження моделі циркулярної економіки (Circular Economy), яка є протилежною традиційній лінійній моделі "видобуток – виробництво – використання – утилізація" (Take–Make–Dispose). Циркулярна економіка передбачає мінімізацію втрат ресурсів і збереження матеріалів та продуктів у використанні якомога довше.

Основні принципи циркулярної економіки включають:

1. Reduce (Зменшення): Мінімізація утворення відходів на стадії виробництва та споживання.

2. Reuse (Повторне використання): Подовження життєвого циклу продуктів.

3. Recycle (Переробка): Перетворення відходів на вторинну сировину.

Особливе місце займає концепція Zero Waste ("нуль відходів"), яка вимагає такого проектування життєвих циклів продуктів, щоб усі матеріали могли бути повторно використані або безпечно повернуті в природне середовище.

Ефективне поводження з відходами неможливе без впровадження сучасних технологічних рішень. Основними ланцюгами управління відходами є:

- **Роздільне збирання та сортування:** Забезпечує високу якість вторинної сировини. В Україні цей процес все ще потребує значного вдосконалення, оскільки більшість сміття сортується на сміттесортувальних лініях, а не безпосередньо населенням.

- **Механіко-біологічна обробка (МБО):** Комплекс технологій для вилучення органічної фракції для компостування або анаеробного зброджування (з отриманням біогазу) та вилучення цінної вторинної сировини [5].

- **Термічна переробка (Waste-to-Energy):** Сучасні сміттєспалювальні заводи з енергетичною утилізацією (отриманням тепла та електроенергії) є ефективним способом зменшення обсягів відходів, які не підлягають переробці. Впровадження цієї технології вимагає жорсткого контролю викидів відповідно до європейських екологічних стандартів.

- **Хімічна переробка пластику:** Розвиток технологій піролізу та газифікації дає можливість переробляти змішані та некондиційні пластики у рідке паливо або хімічну сировину, що є проривом у сфері боротьби з пластиковим забрудненням.

Тільки комплексний підхід, що поєднує технології, економічні стимули та законодавче регулювання, дозволить трансформувати відходи з екологічного тягаря на цінний вторинний ресурс.

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України «Про управління відходами». № 2320-IX від 20.06.2022 р.
2. Європейська Комісія. Директива 2008/98/ЄС про відходи (Рамкова директива про відходи).

3. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Національна стратегія управління відходами до 2030 року.

4. Клименко, М. О. Екологічні основи природокористування. Київ: Либідь, 2020.

5. Бобрицька, В. І., Новіков, В. Ю. Сучасні технології утилізації твердих побутових відходів в умовах циркулярної економіки. Економіка та суспільство. 2021. Вип. 34.

6. Григоруk, В. П., Саєнко, Ю. О. Циркулярна економіка як імператив сталого розвитку: світовий досвід та можливості для України. Економіка України. 2020. № 11. (Глибокий аналіз впровадження моделі).

7. Стадницький, Ю. М. Проблеми та перспективи впровадження системи розширеної відповідальності виробника в Україні. Екологічна безпека та природокористування. 2023. Вип. 1(33). (Практичний аспект регулювання та РОП).

УДК 628.4.046.3:662.767(477)

ГАЗИФІКАЦІЯ ТПВ ЯК ЕЛЕМЕНТ СУЧАСНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ

*Кутняшенко О. І., канд. техн. наук, доц.,
ДВНЗ Донецький національний технічний університет*

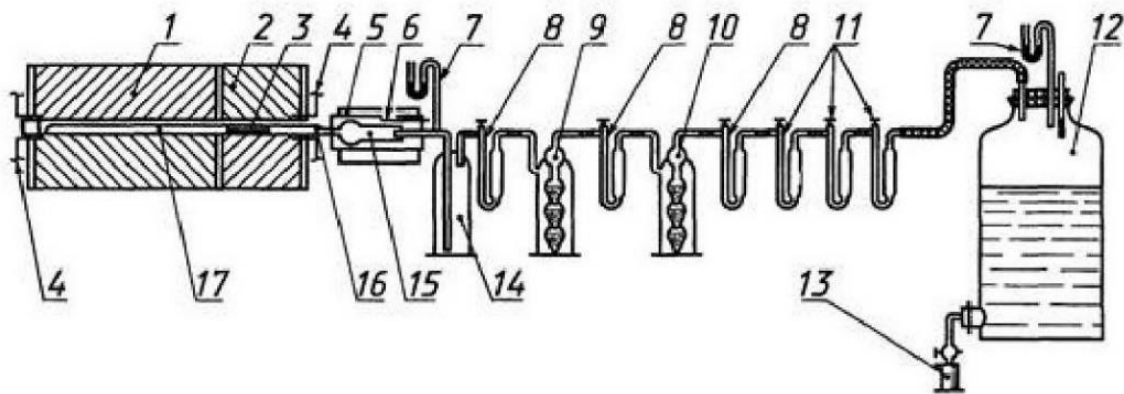
Криза системи поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) в Україні триває десятиліттями. Щорічно в країні утворюється понад 13 млн тонн ТПВ, із яких близько 95 % потрапляє на полігони й сміттєзвалища, більшість з яких перевантажені або не відповідають екологічним нормам [1]. Така модель створює значне навантаження на довкілля, полігонну інфраструктуру та системи контролю фільтратів і газів. У 2011 – 2021 роках обсяг зібраних відходів зріс на 9,8 %, а річний збір на душу населення становить близько 254 кг [2]. Реальні ж об'єми ТПВ можуть сягати 15 – 16 млн тон щороку. В Україні діє близько 6 тисяч полігонів і сміттєзвалищ, значна частина яких не має належного контролю та становить ризики для здоров'я населення [3].

Ключовим кроком у реформуванні сфери поводження з відходами та наближенні українського законодавства до стандартів ЄС став Закон України «Про управління відходами» № 2320-ІХ [4], що набрав чинності 9 липня 2023 року. Він визначає ієрархію управління відходами – від запобігання їх утворенню до повторного використання, переробки, відновлення і лише в кінці – захоронення, а також запроваджує розширену відповідальність виробників (EPR), систему планів управління, електронну базу обліку та нові стандарти для полігонів. Ці зміни формують основу переходу до циркулярної економіки, де відходи розглядаються як ресурс. Реалізація закону відбуватиметься поступово

та супроводжуватиметься викликами – нерівномірним розвитком інфраструктури, потребою у фінансуванні й технічними обмеженнями переробки. Навіть за впровадження роздільного збору частина відходів залишатиметься несортованою, що потребуватиме ефективних методів утилізації.

Як перспективний напрям утилізації залишкових, несортованих фракцій розглядається технологія газифікації твердих побутових відходів. Її суть полягає у перетворенні органічної частини змішаних відходів, що може становити до 80 % загальної маси, у синтез-газ (CO , H_2 , CH_4), який використовується як паливо або джерело енергії. На відміну від спалювання, газифікація характеризується нижчим рівнем викидів і здатністю працювати з відходами низької якості. Дослідження [5] підтверджують потенціал цієї технології для українських умов і її відповідність сучасним вимогам. З урахуванням морфології вітчизняних відходів, газифікація може стати важливою складовою системи управління, зменшуючи навантаження на полігони й сприяючи переходу до циркулярної економіки.

Практичні дослідження газифікації органічних побутових відходів були проведені в умовах лабораторії Донецького національного технічного університету. Під час створення лабораторної установки за основу було взято установку визначення виходу продуктів коксування по ГОСТ-11022-95. Її конструкція була доопрацьована відповідно до вимог оцінки основних властивостей газоподібного палива. Схема установки представлена на рис. 1.



1 – трубчаста електрична односекційна піч; 2 – трубчаста електрична піч; 3 – насадка (чотири ряди фарфорових бусинок, нанизаних на ніхромовий дріт $\varnothing 1$ мм); 4 – одноточкові хром-алюмелеві термопари; 5 – трубчаста електрична піч для ватного фільтра з терморегулятором (105 ± 5 °С); 6 – термометр; 7 – водяні манометри; 8 – хлоркальцієві трубки; 9 – поглинальна склянка для двоокису вуглецю та сірководню; 10 – поглинальна склянка для ненасичених вуглеводнів; 11 – трубки з активованим вугіллям; 12 – газометр місткістю 6 л; 13 – мірний циліндр; 14 – поглинальна склянка для аміаку; 15 – фільтр для уловлювання смоли; 16 – кварцова вставка для з'єднання з поглинальною апаратурою та реакційною трубкою; 17 – реакційна кварцова трубка.

Рисунок 1 – Схема експериментальної установки для газифікації органічної складової ТПВ

За результатами проведених досліджень встановлено, що пароповітряна газифікація дозволяє перевести органічну масу практично повністю (~90%) у горючий газ. Середня теплота згоряння газу, отриманого пароповітряною газифікацією органічних ТПВ, становить 6-7 МДж/м³ при оптимальних параметрах установки, які необхідно буде уточнити в процесі подальших дослідно-промислових випробувань. Подальші дослідження сприятимуть підвищенню якості синтез-газу та вдосконаленню екологічно безпечної технології його доочищення від сірководню та інших шкідливих домішок.

ЛІТЕРАТУРА

1. World Bank. *Municipal Solid Waste in Ukraine: Development Potential*. URL: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/839801556599035128/pdf/Municipal-Solid-Waste-in-Ukraine-Development-Potential.pdf>.
2. Prykhodko, O., Safranov, S. *Study of spatial and temporal features of municipal solid waste generation in the regions of Ukraine*. *Environmental Safety Journal*. 2025. URL: <https://es-journal.in.ua/article/view/328608>.
3. Kovalenko, O., Petrenko, L. та ін. *Problem of municipal solid waste of Ukraine and ways to solve it / ResearchGate*. 2022. URL: https://www.researchgate.net/publication/361836374_Problem_of_municipal_solid_waste_of_Ukraine_and_ways_to_solve_it.
4. Закон України № 2320-IX «Про управління відходами» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2320-20>.
5. Тарахтій О. С. *Імітаційна модель твердих побутових відходів як сировини для газифікації // E3S Web of Conferences*. 2021. URL: https://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2021/2_2021/part_1/39.pdf.

УДК 574.4:631

РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ В СИСТЕМІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ УКРАЇНИ

Лініх А. В., аспірант,

Шмандій В. М., д-р. техн. наук, проф.,

Ригас Т. Є., канд. техн. наук, доц.,

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Утилізація відходів в Україні асоціюється як брудна та не прибуткова справа ще з часів СРСР. Радянська система утилізації була налагодження з огляду тодішнього рівня розвитку виробництва та переробки і здебільшого базувалась на переробці металів, скла та паперу. Заохочення до збору сировини для переробки здебільшого були засновані на пропаганді, зобов'язаннях та невеликих грошових заохоченнях, тому це працювало в той час. В наші часи

ресурси пропаганди задіяні в політичних цілях і вони мають величезні грошові та адміністративні ресурси не залишаючи простору для соціально та економічно значущих питань.

Екологічність, технологічність, інновації та заохочення стали провідними важелями переробки відходів у світі як у розвинених країнах так і тих що розвиваються. Навіть історично бідні держави Океанії давно не тільки законодавчо але і практично використовують сучасні методики збору, утилізації та переробки відходів не жалюючи коштів, бо це є реальна інвестиція в майбутнє, а в деяких випадках ще і прибуткова.

Сучасна галузь утилізації та переробки досягла рівнів в яких мінімізовані побічні викиди, навіть сучасні сміттєспалювальні, сортувальні або переробні заводи досягли таких рівнів, що вони не димлять та не розповсюджують неприємні запахи, забезпечуючи екологічну чистоту навколо. Сучасні заводи можуть знаходитися безпосередньо біля житлових масивів, що значно зменшує витрати на логістику та забезпечує широкий спектр робочих місць.

Одним з лідерів індустрії є PV CYCLE – це неприбуткова організація, заснована в 2007 році представниками фотогальванічної індустрії з метою забезпечення ефективного управління відходами та дотримання екологічних норм. Організація надає колективні та індивідуальні послуги з управління відходами для компаній та власників відходів по всьому світу. Спочатку зосереджена на переробці сонячних панелей, сьогодні вона обслуговує широкий спектр продуктів, включаючи електричне та електронне обладнання, батареї, пакувальні матеріали та промислові відходи. Компанія допомагає виробникам, імпортерам та дистриб'юторам дотримуватися національних та міжнародних законодавчих вимог щодо утилізації та переробки відходів, забезпечуючи реєстрацію, звітність та фінансові рішення для покриття витрат на збір та обробку відходів. Організація пропонує широкий спектр консультаційних рішень, включаючи внутрішні тренінги, підтримку в тендерах та розробку програм управління відходами для компаній. Також надається допомога у всіх юридичних питаннях, пов'язаних з відходами. PV CYCLE має національні представництва та партнерства по всьому світу, включаючи найбільші ринки Європи (Німеччина, Італія, Франція, Іспанія, Великобританія), а також у США, Японії та Індії. Організація відома встановленням високих стандартів у сфері переробки, забезпечуючи використання найкращих доступних технологій для обробки зібраних продуктів. PV CYCLE сертифікована за стандартами ISO 9001 (якість) та ISO 14001 (екологія). Завдяки своїй діяльності, PV CYCLE сприяє розвитку циркулярної економіки, забезпечуючи стійкі рішення для управління відходами та підтримуючи компанії у досягненні їх екологічних цілей [1].

Ми констатуємо, що Україна має придатні для реалізації сталого розвитку території, кваліфікований технічний персонал, розвинену промисловість та науковий потенціал, що спроможні вивести державу на світовий ринок управління відходами з дотриманням екологічних норм, на зразок PV CYCLE. Вважаємо, що Україна потребує власної Агенції з управління відходами або Національної акціонерної компанії, що створить вертикально інтегровану

компанію, що об'єднає під своїм управлінням різні рівні процесу від збору відходів до реалізації отриманих товарів чи послуг на користь держави та суспільства.

Завдяки сучасній системі управління відходами ми зможемо залучити інвестиції, забезпечити робочими місцями не тільки працездатне населення, а також людей з обмеженими здатностями, що актуально в наш час. Кількість таких людей за часи війни збільшується щодня галопуючими темпами. Люди дієздатного віку, що отримали каліцтва, потребують турботи з боку держави і найкращим засобом забезпечення їх потреб – є їх гідне працевлаштування.

Впевнено можна зауважити, що якщо до економічної та екологічної вигоди додати соціальні надвигоди то для держави фактично це надприбутки, не кажучи вже про соціальну складову в суспільстві.

Ми вважаємо за доцільне привернути увагу до цього питання саме зараз, під час початку розробки планів відновлення України в післявоєнний час. Саме зараз, коли міжнародна спільнота починає розробляти плани та стратегії щодо післявоєнної України ми повинні скористатися нагодою, включити це перспективне питання до порядку денного, залучити молодь, наукову та політичну спільноту, використати тяжкі часи для забезпечення сталого розвитку у майбутньому.

ЛІТЕРАТУРА

1. PVCORG Homepage | PV Cycle.org. My Company. URL: <https://pvcycle.org/> (дата звернення: 15.10.2025).

УДК 504.75

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ В УКРАЇНІ

Нажмудінова О. М., канд. геогр. наук, доц.,

Маковей Д. А., аспірант,

Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова

Україна стикалася з екологічними проблемами, включно з кризами, спричиненими зміною клімату й до початку військової агресії рф. Ведення бойових дій на території країни суттєво збільшило кліматичні ризики і зумовило незворотні наслідки у навколишньому середовищі, які будуть відчуватися у довготерміновій перспективі. Це руйнування екосистем, втрата біорізноманіття, тривале забруднення ґрунтів, води та повітря токсичними речовинами, а також посилення зміни клімату через викиди парникових газів.

Збройна агресія рф вчиняє прямий екоцид на території України. Екоцид – незаконні або навмисні дії, вчинені зі знанням того, що існує значна ймовірність завдання серйозної та широкомасштабної або довгострокової

шкоди навколишньому середовищу в результаті цих дій. Взаємозв'язки у кліматичній системі, механізми телеконекції означають, що катастрофічні наслідки цих подій будуть проявлятися і на віддалених територіях за непередбачуваним сценарієм розвитку, а, отже, реальний масштаб впливу військової агресії РФ на території України матиме глобальний характер.

Нині екологічний вплив сучасних військових технологій, передової зброї та безпілотників є глибоким, головним чином через забруднення, пов'язане з їх використанням – важкі метали, хімічні і вибухові речовини, боєприпаси, мінування території тощо.

Знищення середовища існування є одним із найпряміших і найпомітніших наслідків війни для біорізноманіття, що часто є незворотним, особливо в екологічно вразливих регіонах. Окупація і руйнування заповідників і природоохоронних територій складає загрозу для об'єктів дикої природи.

Військові операції значною мірою сприяють зміні клімату, насамперед через безпрецедентний рівень викидів парникових газів. Це викиди від прямих бойових дій (паливо для військової техніки, виробництво боєприпасів), пошкодження та реконструкції інфраструктури, збільшення кількості ландшафтних пожеж, руйнування енергетичної інфраструктури, авіаційні викиди при тривалих польотах ворога.

Руйнування інфраструктури, повне знищення міст і селищ внаслідок військової агресії РФ також має наслідки в отриманні даних спостережень за навколишнім середовищем, втрата яких позначається на повноті архіву даних, помилках у середніх кліматичних показниках, розривах статистичних рядів (відновити які вже неможливо).

В умовах війни загострюється питання кліматичної справедливості. Взаємодія між дефіцитом ресурсів, зміною клімату, військовими маневрами та конфліктами стає дедалі очевиднішою у сучасній війні. Оскільки природні ресурси стають більш дефіцитними через вплив зміни клімату, конкуренція за ці ресурси може загострити конфлікти. Деградація навколишнього середовища, спричинена війною, може створити замкнене коло, де порушені екосистеми посилюють дефіцит ресурсів, ще більше дестабілізуючи регіони (наприклад дефіцит питної води у східному і південному регіонах України).

Непрямі наслідки також включають міграцію населення, проблеми гендерно-чутливої кліматичної політики.

Однак екологічні наслідки війни часто затьмарюються більш безпосередніми людськими втратами.

Екологічні норми та програми охорони природи часто послаблюються або ігноруються під час війни. Менше уваги приділяється політиці, присвяченій скороченню негативного впливу на клімат, менш актуальними стали такі теми, як планування скорочення викидів, моніторинг, звітність, верифікація викидів парникових газів, плани дій з клімату та енергетики на рівні міст тощо. Також менш ефективним став громадський бюджет при його скороченні, запити на інформацію через закритий доступ. Уваги влади до проблем клімату усе ще недостатньо. Залучення влади на національному рівні носить формальний характер: відсутнє прагнення протидіяти зміні клімату, прогрес у впровадженні

необхідних реформ – малопомітний. Ініціатором актуалізації тематики зміни клімату залишаються громадські організації.

Недооцінка серйозності збитків, завданих екосистемам та природним ресурсам під час війни, може призводити до тривалого або неповного відновлення навколишнього середовища.

ЛІТЕРАТУРА

1. Зміни у співпраці громадського кліматичного руху та органів влади щодо протидії зміні клімату у 2023 році / Химович О. Київ: СОЦІОІНФОРМ. Представництво Фонду ім. Г. Бюлля в Україні. 2024. 60 с. https://ua.boell.org/sites/default/files/2024-04/climatereport_2024_2024-4-9_final.pdf.

2. Drachuk Yu., Zerkal A., Trushkina N. Environmental Component in the Conditions of Wartime and Post-War Recovery of Ukraine's Economy. *European Journal of Economics and Management*. 2023. Vol. 9. № 6. P. 12 – 23. <https://doi.org/10.46340/eujem.2023.9.6.2>.

3. Polukarov Yu., Kachynska N., Polukarov O., Zemlyanska O. & Mitiuk L. Impact of the full-scale war in Ukraine on the environment: Environmental damage assessment. *Law. Human. Environment*. 2024. Vol. 15(1), P. 85-100. <https://doi.org/10.31548/law/1.2024.85>.

4. Rawtani D., Gupta G., Khatri N., Rao P. K., Hussain C. M. Environmental damages due to war in Ukraine: A perspective. *Sci Total Environ*. 2022. Vol. 850. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157932>.

УДК 504.062

ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ ПЛАСТИКОВИХ МАТЕРІАЛІВ У ПОТОЦІ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Полушкін Т. І., аспірант,

Сафранов Т. А., д-р. геол.-мінерал. наук, проф.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

При формуванні ефективної системи управління та поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) ключовим фактором є їх морфологічний склад, оскільки він визначає вимоги до їх збирання та утилізації. В Україні до цього часу не проводилися систематичні дослідження морфологічного складу ТПВ. Єдиними джерелами статистичних даних є окремі дослідження, проведені операторами ТПВ та відповідними асоціаціями в різний час та в різних регіонах, результати яких значно відрізняються. Серед ресурсоцінних компонентів в потоці ТПВ особливе місце займають відходи

пластикових матеріалів (ВПМ). За даними досліджень у п'яти містах України вміст коливається у межах 8,7 – 16,6 % (середнє значення – 12,9 %) по п'яти містах України [1]. Для порівняння, у розвинених країнах частка ВПМ у потоці ТПВ становить в середньому 11%.

В регіонах України основними компонентами ВПМ є поліетилен (PE), поліетилентерфталат (PETE), полівінілхлорид (V), поліпропілен (PP) та полістирол (PS), а рівень переробки ВПМ складає 35%.

Територія Одеської області, яка характеризується високим антропогенного навантаження, стикається з нагромадженням значних обсягів ВПМ у складі ТПВ. Щороку на території Одеської області утворюється 724467,05 т ТПВ, які нерівномірно розподілені по території області, але основна частка генерації ТПВ припадає на територію Одеської промислово-міської агломерації та прилеглі райони, де зосереджена основна частка населення, а також існують можливості для створення ефективної системи управління та поводження з ТПВ, зокрема з ВПМ. Всього на території Одеської області щороку утаюється 83291,93 тон ВПМ, які представлені поліетиленом низької щільності (39,1%), поліетилентерфталатом (33,87%), та іншими видами ВПМ (20,03%), тобто абсолютна більшість ВПМ у потоці ТПВ придатна для утилізації.

Орієнтована вартість окремих ВПМ у загальному потоці ТПВ: PETE (тара від напоїв) – 183373,26 грн./рік; PETE (плівка, пакети) – 127826,0 грн./рік. З урахування їх ліквідності, щороку з загального потоку ТПВ Одеської області можна отримати вторинну сировину на суму 0,782 млн гривень.

Варто зазначити, що найбільш оптимальним способом утилізації ВПМ є їх повторне використання за прямим призначенням, тобто їх використання як вторинних матеріальних ресурсів. Капітальні витрати при такому способі утилізації невеликі. При цьому не тільки досягається ресурсозберігаючий ефект від повторного залучення матеріальних ресурсів у виробничий цикл, а й істотно знижуються навантаження на навколишнє середовище. Перероблення їх у термопластичні композитні матеріали дозволяє одночасно позбутися з ВПМ і зробити виробництво економічно доцільнішим.

Відомо, що 19% ВПМ спалюються, а решта відправляються на звалища ТПВ або взагалі не утилізуються. Висока енергоємність і вартість процесу захоронення призводять до того, що цей процес не завжди відповідає технології, внаслідок чого складові цих відходів потрапляють у природні складові довкілля, а тому одним із дієвих способів комплексного вирішення таких екологічних проблем, як утилізація та переробка полімерних відходів може стати використання стратегії циклічної економіки [2].

Система управління та поводження з ВПМ в Одеській області не відповідає принципами економіки замкнутого циклу та Директиви 2008/98/ЄС по таким причинам: не відповідає вимогам екологічної безпеки, оскільки більша частина ВПМ потрапляє на полігони та численні несанкціоновані сміттєзвалища, що спричиняє додатковий тиск на природне середовище та негативно впливає на якість життя мешканців окремих районів області; на більшій частині території області функціонує лише базова модель поводження з

ТПВ; хоча роздільне збирання ТПВ декларується як пріоритетний напрям, на практиці воно реалізується лише частково; значна частина міського населення поки що не має відповідного рівня екологічної свідомості щодо сортування відходів; відсутність чітких, зручних інструкцій та нерегулярне вивезення вторинної сировини підривають довіру до існуючої системи; відсутні сучасні підприємства з комплексної переробки ТПВ, а ті, що діють, обмежуються переважно первинним сортуванням і брикетуванням вторинної сировини для подальшого транспортування в інші регіони [3].

У разі удосконалення існуючої системи збирання та переробки відходів пластикових матеріалів, зокрема відходів ПЕТФ, що утворюються на території Одеської області, істотна їх частка може бути перероблена на існуючих підприємствах Одеської промислово-міської агломерації

ЛІТЕРАТУРА

1. Семко П.П. Реалії співробітництва бізнесу та органів місцевого самоврядування в галузі поводження з твердими побутовими відходами в Україні та напрями покращення ситуації. URL: <http://greenchamber.org.ua/files/> (дата звернення: 20.10.2025 р.).

2. Савчук Б.П., Пушкарьов Д.В. Способи переробки полімерних відходів. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. 2025. № 1 (287). С. 67 – 77.

3. Полушкін Т.І., Сафранов Т.А. Можливості використання окремих видів відходів пластикових матеріалів у регіонах України. *Екологічні науки*. 2025. № 3(60). С. 173 – 177.

УДК 504.06, 502.573

АНАЛІЗ АСПЕКТІВ ЗАБРУДНЕННЯ КОМПОНЕНТІВ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД СТИХІЙНОГО СМІТТЄЗВАЛИЩА

*Прошутинський С. С., студент,
Кондратенко О. М., д-р. техн. наук, проф.,
Національний університет цивільного захисту України*

Актуальність теми дослідження зумовлена наступними складовими.

Відповідність Наказу ДСНС України № 618 (з о/д) від 20.09.2013 р. «Про затвердження Положення про організацію екологічного забезпечення ДСНС України» [1], Указу Президента України № 722/2019 від 30.09.2019 р. «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року» [2], Постанова Кабінету Міністрів України № 476 від 30.04.2024 р. «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних

розробок на період до 31 грудня року, наступного після припинення або скасування воєнного стану в Україні» [3], Паспорту спеціальності 21.06.01 «Екологічна безпека», затв. Постановою президії ВАК України № 33-07/7 від 04.07.2001 р. [4], Закону України № 3769-IX від 04.06.2024 р. «Про внесення змін до деяких законів України щодо обов'язковості використання рідкого біопалива (біокомпонентів) у галузі транспорту» [5], Стандарту вищої освіти за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища» третього (освітньо-наукового) рівня у галузі знань 18 «Виробництво та технології», затв. Наказом МОН України № 1427 від 23.12.2021 р. [6], Тематиці наукових досліджень та науково-технічних (експериментальних) розробок на 2025-2029 роки, затвердж. Наказом МВС України № 326 від 21.05.2024 р. [7], Кодексу цивільного захисту України в чинній редакції від 12.09.2025 р., стаття 108 [8].

Мета дослідження. Виконати аналіз аспектів забруднення компонентів навколишнього природного середовища від стихійного сміттєзвалища.

Об'єкт дослідження. Негативний техногенний вплив на компоненти навколишнього природного середовища від стихійного сміттєзвалища.

Предмет дослідження. Якісні та кількісні показники, що характеризують об'єкт дослідження.

Матеріали дослідження. Дослідження присвячене одній з найгостріших екологічних проблем України – проблему ТПВ, що особливо актуально відчувається на прикладі Черкащини. За даними Екологічних паспортів Черкаської області за 2021 – 2024 рр. Проявляється велика екологічна проблема: неконтрольоване зростання обсягів ТПВ та скидів забруднених вод поблизу них, на тлі вкрай низького ступеня їх переробки.

Сміттєзвалище у селі Грушківка – це яскравий приклад такої бездіяльності. Його офіційний статус не щоденно перешкоджає чинити безперервний техногенний негативний вплив на компоненти довкілля. При цьому утворюється високотоксичний фільтрат та парникові гази, які практично безперешкодно проникають у наші екосистеми через ґрунтові води та повітря і чинить тим самим вплив на екобезпеку прийдешніх поколінь – безпечну їжу, чисту воду, прозоре повітря.

Цей аналіз є інструментом для побудови чіткого плану дій, головною технічною складовою якого є розробка і впровадження технологій захисту навколишнього середовища. Ця дорожня карта передбачає ліквідацію всіх несанкціонованих звалищ, повну технічну рекультивуацію земельного об'єкта в с. Грушківці зі створенням протифільтраційних бар'єрів, систем очищення фільтрату та утилізації газів. Завершальним кроком стане біологічне відновлення територій та довгостроковий моніторинг, що гарантуватиме сталість результатів.

Висновки. Таким чином, у цьому дослідженні здійснено аналіз якісних та кількісних показників, що характеризують негативний техногенний вплив на компоненти навколишнього природного середовища від стихійного сміттєзвалища.

ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ ДСНС України № 618 (з о/д) від 20.09.2013 р. «Про затвердження Положення про організацію екологічного забезпечення ДСНС України». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0618388-13#Text>.

2. Указ Президента України № 722/2019 від 30.09.2019 р. «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text>.

3. Постанова Кабінету Міністрів України № 476 від 30.04.2024 р. «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 31 грудня року, наступного після припинення або скасування воєнного стану в Україні». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/476-2024-%D0%BF#Text>.

4. Паспорт спеціальності 21.06.01 «Екологічна безпека», затв. Постановою президії ВАК України № 33-07/7 від 04.07.2001 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va7_7330-01#Text.

5. Закон України № 3769-IX від 04.06.2024 р. «Про внесення змін до деяких законів України щодо обов'язковості використання рідкого біопалива (біокомпонентів) у галузі транспорту». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3769-20#Text>.

6. Стандарт вищої освіти за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища» третього (освітньо-наукового) рівня у галузі знань 18 «Виробництво та технології», затв. Наказом МОН України № 1427 від 23.12.2021 р. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2021/12/24/183-Tekhn.zakh.navk.seredovyshchadokt.filos.pdf>.

7. Тематика наукових досліджень та науково-технічних (експериментальних) розробок на 2025 – 2029 роки, затвердж. Наказом МВС України № 326 від 21.05.2024 р. URL: <https://mvs.gov.ua/normativno-pravovi-akti/nakaz-mvs-vid-21052024-326-pro-zatverdzenia-tematiki-naukovix-doslidzen-i-naukovo-texnicnix-eksperimentalnix-rozrobok-na-2025-2029-roki>.

8. Присяга служби цивільного захисту (Кодекс цивільного захисту України в чинній редакції від 12.09.2025 р., стаття 108). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text>.

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В УПРАВЛІННІ ПОЖЕЖНОЮ БЕЗПЕКОЮ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ

Скоробагатько Д. В., курсант,

Степаненко В. О., викладач

Національний університет цивільного захисту України

Актуальною проблемою сьогодення є прогнозування та своєчасне попередження надзвичайних ситуацій, зокрема оцінка ризиків виникнення пожеж не тільки природного, а й техногенного походження. [1]

В умовах значного зростання обсягів твердих побутових, промислових та електронних відходів проблема їх безпечного зберігання й утилізації набуває все більшого значення. Одночасно, ризики виникнення пожеж на сміттєзвалищах, полігонах, пунктах сортування чи переробки значно зростають – як через наявність легкозаймистих компонентів, так і через процеси самозаймання, накопичення тепла або виділення. В наш час застосування інформаційних технологій є перспективним шляхом мінімізації ризиків, підвищення оперативності реагування, інтеграції даних та автоматизації моніторингу й аналізу.

У системах сортувальних чи переробних об'єктів встановлюють камери з тепловим скануванням, які 24/7 відстежують температурні аномалії. Штучний інтелект аналізує історичні температурні профілі, розрізняє «нормальний» нагрів від потенційно небезпечного, й видає попередження. На одному з великих європейських заводів впроваджено систему, яка виявляла підвищення температури у важкодоступних ділянках і попереджала персонал задовго до появи видимого полум'я.

Датчики температури, диму, вологості, концентрації газів розміщуються у критичних точках – у купах відходів, вентиляційних каналах, сортувальному обладнанні. Дані передаються на центральний сервер або хмару, де обробляються алгоритмами виявлення аномалій. Сучасні платформи моніторингу дозволяють інтегрувати різні типи датчиків у єдину систему керування, де аналітичні модулі проводять оцінку тенденцій, прогнозують можливість займання на основі аналізу змін мікроклімату та поведінки газових сумішей. Це дає змогу автоматично формувати звіти про стан пожежної безпеки, сповіщати відповідальних осіб через мобільні застосунки або системи диспетчеризації.

Геоінформаційні системи дозволяють побудувати карту об'єкта з шарами зон ризику на основі накопичених температур, близькості до джерел загоряння, а також спланувати маршрути доступу пожежної техніки та моделювати сценарії розповсюдження пожежі.

Цифрові двійники дозволяють тестувати сценарії розвитку пожежі віртуально перед впровадженням. Це віртуальні моделі об'єкта, які імітують усі технологічні процеси та фізичні параметри середовища – температуру,

вологість, газовиділення, рух повітряних потоків. На їх основі проводиться прогнозування розвитку надзвичайних ситуацій, оптимізація систем оповіщення, вибір найефективніших місць розташування датчиків чи засобів пожежогасіння.

Після виявлення загрози система може автоматично активувати систему гасіння (розпилювання води, піни, спінювачі), подати попередження персоналу чи диспетчеру, включити вентиляційні системи або димовідсмоктувачі, а також змінити алгоритми сортування чи рух об'єктів на майданчику. Інтеграція таких систем із локальними службами ДСНС або муніципальними центрами реагування дозволяє в реальному часі координувати дії між оператором об'єкта, аварійними підрозділами та органами місцевого самоврядування. Завдяки цьому значно скорочується час реагування та мінімізуються наслідки пожежі.

Розробка такої інформаційної підсистеми є нетривіальною науково-технічною задачею і зв'язана насамперед з необхідністю проводити аналіз та оцінювання як детерміністичних факторів впливу на виникнення пожеж, так і факторів стохастичної природи, які характеризуються певними значущими ознаками.[2]

Інформаційні технології в пожежному захисті об'єктів зберігання та утилізації відходів відкривають серйозні перспективи. Вони забезпечують своєчасне виявлення загрози, автоматичне реагування, інтегрований аналіз ризиків, зменшення людського фактору. У майбутньому розвиток таких систем сприятиме створенню інтелектуальних полігонів та «розумних» підприємств, де пожежна безпека стане частиною комплексного управління ризиками.

ЛІТЕРАТУРА

1. Концептуальний підхід до створення ситуаційного центру сталого розвитку регіону / Ю.Б. Бродський, С.В. Ковбасюк / Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. 2024. № 1 (49). С. 151 – 159
2. Інформаційна підсистема забезпечення функції попередження пожежної небезпеки регіонального ситуаційного центру / Маєвський О. В., Бродський Ю. Б., Хохлов М. О. / Технічна інженерія. 2024. № 2(94), С. 151 – 159.

УДК 623.463/457.6:662.151

УТИЛІЗАЦІЯ ФЗАБ-500 ТА ЕФЕКТИВНЕ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ

Смирнов О. М., ст. викладач

Національний університет цивільного захисту України

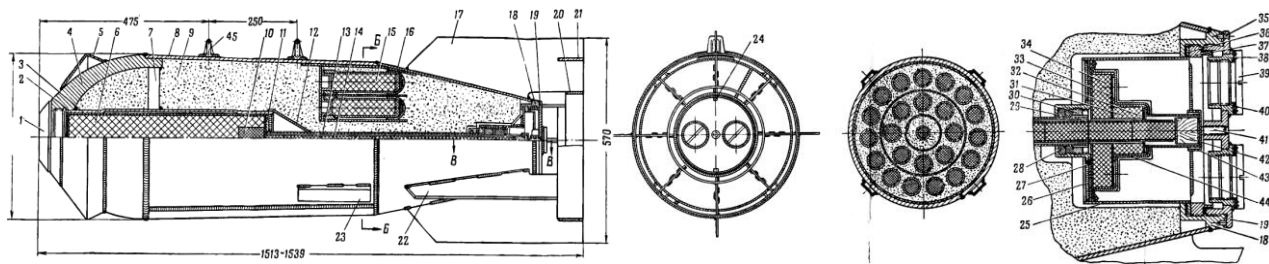
Наразі на арсеналах, базах і складах Міністерства оборони України зберігається значна кількість авіаційних бомб, переважна частина яких є непридатною для подальшого використання. Боєприпаси з вичерпаним

терміном гарантійного зберігання становлять постійну загрозу через можливість несанкціонованих вибухів і пожеж. Це може призвести до виникнення надзвичайних ситуацій з катастрофічними наслідками, включаючи людські жертви та серйозні збитки навколишньому середовищу.

Постає необхідність термінового розроблення й впровадження високо-ефективних технологій утилізації боєприпасів, насамперед шляхом їх розбирання на складові частини.

Технологічний процес розрядження ФЗАБ-500 потребує розроблення і забезпечення спеціальним устаткуванням та допускає видалення з корпусу ФЗАБ-500 вибухової речовини та запалювальних елементів.

Конструкція ФЗАБ-500 представлена на рис. 1. Їх особливо недоцільно утилізувати методом підриву.



1 – головна пробка; 2 – головна труба; 3 – гільза; 4 – головка; 5 – балістичне кільце; 6 – заряд тротилу; 7 – розпірка; 8 – конус; 9 – піротехнічний сполука (ПТС) = 164 кг; 10 – тетрилова шашка (58x75); 11 – дно; 12 – консольний конус; 13 – хвостова труба; 14 – тетрилова шашка (23x50) – 14 шт.; 15 – термітний патрон (ТП) – 23 шт.; 16 – хвостовий конус; 17 – надкаліберне перо; 18 – горловина; 19 – кришка корпусу; 20 – внутрішнє кільце; 21 – зовнішнє кільце; 22 – каліберне перо; 23 – опора; 24 – гвинт; 25 – обичайка; 26 – дно з обоймою; 27, 32, 33 – прокладки; 28 – повстяний пиж; 29 – герметизуюча мастика; 30 – кільце; 31 – тетрилова шашка (58x54x35); 34 – тетрилова шашка (130x58x25); 35 – фіксатор; 36 – фланер; 37 – різьбове кільце; 38 – втулка; 39 – пробка; 40 – паронітова прокладка; 41 – гвинт 2М 12x30; 42 – вкладиш; 43 – кришка хвостовика; 44 – коробка; 45 – вушко (всього ВР = ТНТ + тетрил = 12 кг).

Рисунок 1 – 450-мм ФЗАБ-500 із двома донними підривниками АБУ-ЭТ, фактичною вагою 478 кг

Носіями ФЗАБ – 500, ФЗАБ – 500М та ЗАБ – 500 є літаки Су – 17, Су – 20, Су – 22, Су – 24 (7хФЗАБ – 500), Су-25 (8хФЗАБ – 500), Су – 27, Су – 33 (6хФЗАБ – 500), МІГ – 21, МІГ – 23Б, МІГ – 27 (4хФЗАБ – 500), МІГ – 29 (4хФЗАБ – 500) і МІГ – 31.

Авіабомба розрахована для застосування зі всіх літаків, на які підвішуються авіабомби ФАБ – 500 М – 54, з висот до 15 км при швидкості польоту до 1200 км/год. Мінімально допустима висота скидання авіабомби, виходячи з умов забезпечення безпеки літака від ураження його осколками і патронами, 500 м.

При використанні устаткування, розміщення і кількості робочих місць, указаних у комплекті документів, орієнтована продуктивність розряджання ФЗАБ-500 складає – 10 – 15 шт. у зміну (відповідно кошторисної калькуляції).

Особливо небезпечні і шкідливі операції проводяться в окремих приміщеннях та броньованих кабінах.

Приміщення цеху, в якому проводяться роботи з боєприпасами мають мати ступінь вогнестійкості не нижче І.

Роботи з розряджання ФЗАБ – 500 проводяться по відомості (Ф.203) складання (ремонт, розділення, комплектації) боєприпасів. Згідно цієї відомості списуються бойові ФЗАБ – 500 та оприбутковуються їх елементи.

Утилізація ФЗАБ-500 способом розбирання на елементи представляє собою процес послідовного виконання операцій – № 1 – 14. Операції № 6 – 11 особливо небезпечні та шкідливі, працювати на цих операціях не більше 6 годин на добу: вилучення підричників, детонаторів, ТНТ, піротехнічної суміші (ПТС) та термітних патронів їх пакування.

Під час розбирання ФЗАБ – 500, всього застосовується 24 складальника боєприпасів.

За результатами реалізації вищенаведеного технологічного процесу розбирання ФЗАБ – 500, можна отримати наступні матеріали вторинної сировини (із розрахунку на 100 шт. ФЗАБ – 500, що розбираються) отримаємо матеріали вторинної сировини: 1. Чорний метал вид 501, 508 = (Ст.3, Ст. 8–10) = 23,9485 т; 2. ТНТ, тетрил – 100 шт. = 1,2 т; 3. ПТС = 16,4 т; 4. Підричник АБУ-ЭТ – 200 шт. (1,856 т); 5. Термітні патрони 23 од.х100 = 2300 од.х2,705 кг = 6,2215 т; 6. Прескартон, пароніт, повсть = 0,03 т.

Висновок. Враховуючи зазначене, обґрунтовано доцільність та порядок утилізації ФЗАБ – 500. Розроблена технологія їхнього розряджання шляхом демонтажу на складові частини забезпечує ефективне вилучення всіх доступних матеріалів. Це дозволяє передавати промисловим підприємствам металобрухт та інші ресурси, які можуть бути задіяні у національній економіці. Економічну доцільність запропонованої технології можна підтвердити після аналізу вартості металобрухту на ринках вторинної сировини.

ЛІТЕРАТУРА

1. Постанова КМУ від 07.06.2006 р. № 812 «Про затвердження Порядку утилізації ракет, боєприпасів і вибухових речовин» (в редакції постанови КМУ від 16.10.10 р.). К.: Офіційний вісник України, 2006. № 24. С.23.
2. Смирнов О. М., Барбашин В. В., Толкунов І. О. Утилізація та знищення вибухонебезпечних предметів: навч. посіб. Т. Організація утилізації та знищення ракет і боєприпасів на арсеналах, базах та складах / О. М. Смирнов, В. В. Барбашин, І. О. Толкунов. Х.: НУЦЗУ, ФОП Панов А. М., 2018. 416 с.

АНАЛІЗ СПОСОБІВ ІЗОЛЯЦІЇ РОЗЛИВІВ ХІМІЧНО НЕБЕЗПЕЧНИХ РІДИН

*Соколов А. О., курсант,
Кустов М. В., д-р. техн. наук, проф.,
Національний університет цивільного захисту України*

Розливи хімічно небезпечних рідин (ХНР) на промислових майданчиках, транспортуванні та під час зберігання становлять серйозну загрозу для довкілля, здоров'я людей та майна. Оперативна ізоляція (локалізація) є першочерговим завданням для запобігання розповсюдженню забруднення. Метою даного аналізу є систематизація та оцінка сучасних методів ізоляції розливів ХНР.

Способи ізоляції можна класифікувати за принципом дії та використовуваними матеріалами.

1. Механічні (бар'єрні) способи, спрямована на фізичне обмеження площі розливу. Це найпоширеніша група методів. До них відносяться:

Стаціонарні обвалування: Залізобетонні або ґрунтові стінки навколо резервуарів та майданчиків. Є обов'язковим елементом проектів об'єктів із ХНР. Перевагами цього методу є висока надійність, постійна готовність. Однак такі методи, ефективні лише в межах проектної площі та не запобігають випаровуванню.

Мобільні/переносні бар'єри (бонові загородження) – повітряні бонові загородження, важкі захисні бар'єри та сорбційні бар'єри. Повітряні бонові загородження представляють собою надувні трубки, що встановлюються на шляху розливу. Вони ефективні для рідин з густиною, нижчою за густину води. Важкі захисні бар'єри використовуються для створення тимчасових дамб на суші або у водоймах. Виготовляються з міцних матеріалів, що стійкі до хімічного впливу. Їх перевагами є мобільність, швидкість розгортання. До основних недоліків можна віднести те, що вони вимагають часу на встановлення, ефективність залежить від рельєфу місцевості та швидкості розливу. Сорбційні бар'єри це бони або ковдри, наповнені сорбентом. Вони не тільки зупиняють, але й поглинають рідину.

2. Фізико-хімічні методи боротьби з розливами небезпечних рідин базуються на принципі зміни фізичних властивостей речовини для обмеження її поширення. Серед них виділяються гелеутворювачі – спеціальні хімічні реагенти, що при контакті з небезпечною рідиною трансформують її у гелеподібну масу, різко знижуючи текучість і леткість речовини [1]. Незважаючи на високу ефективність у локалізації та зниженні випаровування, цей метод має суттєві недоліки: високу вартість реагентів, необхідність прецизійного дозування та потенційне вторинне забруднення. Аналогічним чином діють затверджувальні агенти, що ініціюють швидку полімеризацію рідини з утворенням твердих або напівтвердих мас, радикально обмежуючи

розтікання та випаровування. Однак їх застосування обмежене специфічністю до певних типів хімічних речовин, високою собівартістю та складнощами утилізації перетвореної маси. Альтернативний підхід – застосування пінних покриттів, де шар хімічно стійкої піни ізолює поверхню розливу, запобігаючи випаровуванню. Цей метод відрізняється швидкістю нанесення на великі площі та ефективним зниженням летючості, але не захищає від проникнення в ґрунт, є тимчасовим заходом і чутливим до впливу вітру.

Сорбційні методи поєднують функції ізоляції та фінальної очистки території, використовуючи різноманітні матеріали. Природні сорбенти (торф, вермикуліт, перліт) відрізняються низькою вартістю, але обмеженою поглинальною здатністю, тоді як синтетичні (поліпропілен, поліуретан) демонструють високу ємність і хімічну стійкість за вищої ціни. Мінеральні сорбенти типу бентонітової глини чи силікагелю ефективні для специфічних категорій речовин. Застосовуються вони методом розсіювання або у формі спеціальних ковдр і сорочок, демонструючи універсальність та простоту використання для невеликих розливів, але стають трудомісткими для великих площ і потребують подальшого збору та утилізації забрудненого матеріалу.

Загальний аналіз виявляє низку системних проблем у існуючих технологіях. Критичним фактором є втрата часу на доставку та розгортання засобів, що дозволяє розливу поширюватися. Більшість реагентів і сорбентів мають низьку універсальність, будучи ефективними лише для вузьких класів речовин, таких як нафтопродукти, кислоти чи луги. Після застосування матеріали стають джерелом вторинного забруднення, утворюючи небезпечні відходи, що потребують спеціалізованої утилізації. Економічний аспект також залишається проблемою, оскільки високоефективні синтетичні сорбенти та спеціалізовані гелеутворювачі мають значну вартість.

Таким чином, сучасні способи ізоляції, демонструючи певну ефективність, мають суттєві обмеження у швидкості, універсальності та екологічній безпеці. Перспективи подолання цих обмежень пов'язуються з розробкою "розумних" матеріалів, здатних адаптивно змінювати властивості при контакті з широким спектром небезпечних речовин. Найбільш практичним та ефективним підходом представляється комбінування методів, наприклад, поєднання швидкого обмеження розливу мобільними бар'єрами з подальшим застосуванням гелю для зниження випаровування та сорбентів для фінальної очистки, що дозволяє компенсувати слабкі сторони

Таким чином, розробка нового способу оперативної ізоляції повинна бути спрямована на усунення вищенаведених недоліків, насамперед, на підвищення швидкості реагування та універсальності застосування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Петухов Р. А., Трегубов Д. Г., Жернокльов К. В., Савченко О. В. Підвищення ефективності локалізації надзвичайних ситуацій пов'язаних з розливом летучих токсичних рідин шляхом використання пін із заданим часом тверднення // Проблеми надзвичайних ситуацій. 2019. № 29. С. 4 – 8.

ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕХНОЛОГІЇ МОКРОГО ГАСІННЯ МЕТАЛУРГІЙНОГО КОКСУ

Трегубов Д. Г., д-р. техн. наук, доц.,

Мазуров В. С., курсант,

Національний університет цивільного захисту України

Вагомою галуззю промисловості України є металургійна, яка включає виробництво коксу. Готовий коксовий пиріг з $t \approx 1000$ °С виштовхують з печі; кокс на повітрі починає горіти, що потребує гасіння. Це здійснюють або подаванням стічної води, або охолоджують кокс негорючим газом з рекуперацією тепла [1, 2]. Під час мокрого гасіння на розжареному коксі частина домішок води руйнується, зменшується її об'єм, частина – потрапляє в атмосферу, ініціюється корозія. Під час сухого гасіння – в атмосферу потрапляють коксовий пил і парникові гази.

Зрошування водою проводять 90 с та стікання води 100 с; витрата води – $5 \text{ м}^3/\text{т}$ коксу, $0,5 \text{ м}^3$ (до 12 %) переходить у пару, формується стік з $t \approx 45$ °С. Якщо змішують стічну і технічну воду, на гасіння йде вода складу, г/дм³: SO_4^{2-} – 8,8; аміак зв'язаний – 2,6, летючий – 0,34; Cl^- – 4,4; SCN^- – 1,2; CN^- – 0,2, феноли – 0,8. Після гасіння меншає вміст летючого аміаку у 5 разів, H_2S – у 10, фенолів – у 6 (але 60 % потрапляє у повітря), SCN^- – зростає, хоча для KSCN $t_{\text{розкл.}}=250$ °С. Тобто значний час вода контактує з коксом з $t < 250$ °С. Тому вміст домішок у воді обмежують, мг/дм³: смоли і масла – 100, феноли – 150, SCN^- – 100, H_2S – 10, відсутність лугів, солей хлорвмісних кислот. Стік після гасіння не придатні для зливу у водойми.

Забруднення атмосфери під час гасіння можна зменшити кількома шляхами. Використовують для гасіння чисту технічну воду, але деякі забруднювачі повітря утворюються за реакцій між водою та розжареним коксом: вміст HCN , H_2S і SO_2 у паровій хмарі при гасінні стічною та технічною водою є близьким. Можна йти шляхом зменшення витрати води на гасіння або сповільнення остигання поверхні шматка коксу для більш повного розкладання домішок стічних вод; цього можна досягти: імпульсною подачею; 2-етапною подачею (стічну воду – на розжарений кокс, технічну – на охолоджений). За 2 таких етапи суцільної подачі на 630 кг розжареного коксу йде 945 л води (315 л випаровує), з них 160 л стічної води [3].

Якщо в імпульсі подавати воду 2 с, охолоджується лише поверхня шматка, більша частина води випаровує, домішки руйнуються; меншають термічні напруження, кількість та глибина тріщин у шматку, адсорбція вологи, росте ступінь руйнування фенолів. Після перших імпульсів поверхня шматка ще має $t > 500$ °С. Між імпульсами не виникає вигоряння коксу, оскільки газовий простір флегматизує водяна пара [4, 5], причому вона має й охолоджуючу здатність.

За теорією ефективного гасіння пожеж водою вона має пройти 3 етапи [4, 6]: поглинання тепла випаровуванням (50 %), на нагрів рідкого (10 %) і парового (40 %) станів. Середня температура води після мокрого гасіння – 45 °С; прийемо, що вода нагрівається до 100 °С, а пара – до 300 °С. Тоді 1 л води з переходом 10 % у пару поглине: $q_{\text{погл}}=0,9 \cdot 4,2(45-20)+0,1(4,2(100-20)+2260+1,96(300-100))=393$ кДж тепла, з яких 95 кДж надає вода, що стекла у відстійник. Вода, що встигла перейти у пару, поглинає 265 кДж або 67 %. Максимальна охолоджуюча здатність води: $q_{\text{погл}}=4,2(100-20)+2260+1,96(300-100)=2988$ кДж/л. Тобто стандартне мокре гасіння реалізує 13 % охолоджуючої здатності, з яких 76 % надає випаровування та подальший нагрів пари. За умов повного переходу води у пару витрата води і повний час імпульсів зменшиться у 7,5 разів. Якщо стандартне гасіння – 120 с, то імпульсне без втрат – 16 с, з втратами – оцінимо як 30 с.

Прийемо достатність 2 с подачі води для охолодження поверхні та 5 с паузи для вирівнювання температури шматка зі збереженням флегматизації парю. Перша порція стічної води охолодить поверхню на 25 °С з 950 °С. Тоді імпульсне зрошення «подача-пауза», с: 2-5, 2-6, 2-7, 1-8, 1-9, 1-10, 1-11, 1-12, 1-13, 1-14, 1-15. Час подачі води нерозбавленої стічної води на 1 хв. – 9 с, розбавленої на 2 хв. – 4 с. Через 2 хв. такого гасіння поверхня коксу має $t = 450$ °С, що запобігає швидкому загорянню, але є можливість самозаймання у купі [4, 6]. Тому на 3 етапі, коли температура коксу не забезпечує руйнування домішок, гасіння проводять технічною водою у 6 циклів «подача-пауза» як 1-15 с (96 с). Загальний час гасіння складе 219 с (3,65 хв.), час подавання води – 19 с; усувається необхідність відстоювання. Стандартне гасіння з відстоюванням становить до 190 с (3,2 хв.). Надалі кокс подають на рампу для завершення охолодження та для досушування.

Парогазове окиснення фенолів триває якщо поверхня коксу має $t > 800$ °С. Така умова виконується на 1 етапі гасіння (1 хв. – 7 циклів зрошення водою). За цих температур будуть руйнуватися смоли і масла. На 2 му етапі гасіння йдуть наступні 4 імпульси зрошення по 1 с розбавленим стоком. За цей час надходить 1,7 м³ води, 50 % фенолів переходить у пару; тоді за їх вмісту у воді 0,15 г/дм³ у повітря перейде 128 г, проти 3750 г за звичайного гасіння; викид зменшується у 30 разів. На гасіння 13 т коксу звичайним методом йде 50 м³ води; в імпульсному режимі – 8 м³ води, з яких 4 м³ – ліквідована стічна вода, 2 м³ – розбавлена; 2 м³ – технічна.

Досягається плавне остигання поверхні шматка коксу, підвищення глибини знешкодження домішок стічної води, менші термічні напруження у шматку та більш міцний кокс, зменшення витрати води на гасіння, забруднення атмосфери, вміст вологи й сірки у коксі, утворення шламу, можливо отримати енергетичний ефект у разі спалювання та рекуперації тепла водяного газу першої стадії гасіння.

ЛІТЕРАТУРА

1. Shulga I.V., Miroshnichenko I.V., Ryshchenko I.M., Miroshnichenko D.V. Moisture content of wet-quenched coke. *Coke and Chemistry*. 2019. №62(9). P. 402 – 407.
2. Fidchunov A.L., Vasil'ev Yu. S., Fidchunov L. N., Shulga I. V. On coke burnout and productivity of the USTK. *Coal Chemical Journal*. 2016. № 2. С. 8 –12.
3. Kolomiichenko A.I. at al. Producing Coke of Improved Quality. *Coke and Chemistry*. 2017. № 60. 424 – 428.
4. Трегубов Д., Дадашов І., Мінська Н., Гапон Ю. Чиркіна-Харламова М. Фізико-хімічні основи розвитку та гасіння пожеж горючих рідин. Х.: НУЦЗ України, 2024. 216 с. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/19111>
5. Трегубов Д. Г., Тарахно О. В., Шаршанов А. Я. Прогноз ефективності флегматизації горючих систем кисневмісними сумішами. *Проблеми пожежної безпеки*. 2015. № 37. С. 228 – 234.
6. Трегубов Д. Г., Мінська Н. В., Гапон Ю. К., Тарахно О. В. Теорія процесів горіння, вибуху та пожежогасіння. Х.: НУЦЗ України, 2024. 422 с.

Секція 4. Екологічна освіта та культура сталого розвитку

UDC 502.131.1:640.4(4+477)

ENVIRONMENTAL CERTIFICATION AS A TOOL FOR FORMING A CULTURE OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN THE HOSPITALITY SECTOR OF UKRAINE

*Bezsonnyi V. L., DSc (Technical Sciences), Associate Professor
Professor of Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics*

The hospitality sector, being one of the most dynamic branches of the global economy, is simultaneously a significant factor in influencing the state of the environment. Hotel and restaurant complexes generate considerable anthropogenic pressure on natural systems through the consumption of energy resources and water, waste generation, and greenhouse gas emissions, accounting for about 8% of global CO₂-equivalent emissions. Amid growing social demand for sustainable development and increasing eco-consciousness among consumers, the issue of reducing the environmental footprint of the HoReCa sector is becoming a strategic priority. This requires not only technological modernization but also a fundamental transformation of managerial and consumer culture. It is in this context that environmental certification acts not merely as a technical standard, but as a powerful educational tool capable of shaping a new paradigm of responsible attitude towards the environment at all levels: from management and staff to the end consumer. The European experience proves that the integration of systems such as ISO 14001, EU Ecolabel, and Green Key ⁵ becomes a catalyst for implementing a culture of sustainable development, transforming it from a declarative concept into a viable business model.

An analysis of European practice shows that environmental certification is an effective mechanism not only for optimizing resource consumption but also for the systemic implementation of environmental education and culture into the operational activities of enterprises. The ISO 14001 standard, for example, requires not just the existence of an environmental policy but its continuous improvement through monitoring, audits, and staff training, which fosters environmental awareness in every employee. The EU Ecolabel and Green Key programs go even further by integrating educational and communication components into their criteria. They require hotels not only to achieve specific quantitative indicators (e.g., energy consumption ≤ 90 kWh/m² per year) but also to actively inform guests about their environmental policy, involve them in resource-saving programs (towel reuse, waste sorting), and train staff in the principles of sustainable development.

Thus, certification performs a dual educational function. First, it changes the organizational culture from within. The implementation of Environmental Management Systems (EMS) involves regular environmental audits, the appointment of responsible environmental managers, and the maintenance of resource consumption logs, which transforms abstract environmental goals into clear managerial tasks. Second, it influences consumer behavior. Studies show that 76% of customers are willing to choose a "green" hotel, and 34% are even willing to pay more for an environmentally friendly service. In certified hotels, towel reuse programs are supported by up to 75% of guests, compared to only 40% in non-certified ones. This indicates that environmental certification not only responds to existing "green demand" but also actively shapes it, promoting a culture of sustainable consumption. The economic benefits – a reduction in operating costs by 18–27% and an increase in occupancy by 10 – 12% – become a powerful incentive for businesses to perceive environmental responsibility not as a burden, but as a strategic investment.

For Ukraine, where the implementation level of EMS in the hospitality sector does not exceed 1% (compared to 22% in the EU), and resource consumption per service unit is 1.5–2 times higher, the issue of forming an environmental culture is particularly acute. The key barriers are not only the outdated material and technical base but also the low level of ecological culture among managers and the absence of state incentives. A comprehensive approach is needed to overcome these challenges. Based on an analysis of European experience and Ukrainian realities, a conceptual model for a national initiative, "Green Hospitality UA," has been proposed, based on five key elements where the educational component plays a central role. The model includes regulatory integration (recognition of EU certificates), institutional support (creation of a Sustainable Tourism Center), financial incentives (tax breaks), a monitoring system (public register), and, most importantly, an educational component – the introduction of training courses for HoReCa managers and the certification of specialists in environmental management.

The theoretical basis for understanding the role of education and management in this process can be the information-entropy approach. According to it, any economic system operates within flows of energy, matter, and information. High entropy signifies chaotic, uncontrolled consumption of resources and waste generation. The implementation of an environmental management system is, in essence, a mechanism for reducing entropy. Information obtained through monitoring, audits, and training (i.e., the educational process) allows for the ordering of these flows, reducing uncertainty and stabilizing the enterprise's interaction with the environment. Calculations show that implementing an EMS reduces the level of entropy in the "hotel-environment" system by 25%, indicating a significant increase in orderliness and efficiency.

Therefore, environmental certification is an integral component of forming a culture of sustainable development. It transforms hospitality enterprises from passive resource consumers into active agents of environmental education, disseminating knowledge and shaping responsible behavior among both staff and millions of tourists. The adaptation of European experience and the implementation of the

national program "Green Hospitality Ukraine," with an emphasis on the educational component, will not only reduce environmental risks and enhance the competitiveness of the Ukrainian tourism sector but also make a significant contribution to achieving the Sustainable Development Goals and integrating Ukraine into the European space on the principles of a "green" economy. This is particularly relevant in the context of post-war recovery, where the principles of sustainability and ecological culture must become the foundation for building a new, resilient, and competitive economy.

REFERENS

1. Foundation for Environmental Education. (2024). *Green Key Global Criteria 2024*. Copenhagen: FEE. <https://www.greenkey.global/criteria>.

УДК 504.5:614.84(477)

ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ КУЛЬТУРИ ЧЕРЕЗ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНОЇ ПРОТИПОЖЕЖНОЇ ТЕХНІКИ У СФЕРІ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ

Власенко О. В., викладач,

Несен І. О., PhD

Національний університет цивільного захисту України

Сучасні умови воєнного стану в Україні супроводжуються масштабними руйнуваннями, зростанням кількості пожеж та надзвичайних ситуацій, що створює додаткові екологічні ризики: забруднення повітря продуктами горіння, потрапляння токсичних речовин у ґрунти та водні ресурси. Підрозділи Єдиної державної системи цивільного захисту (ЄДСЦЗ) виконують важливе завдання не лише з ліквідації пожеж, а й із захисту довкілля [1-4]. У цьому контексті особливого значення набуває формування екологічної культури рятувальників та використання сучасної протипожежної техніки, що відповідає принципам сталого розвитку [5].

Екологічні виклики воєнного стану. Воєнні дії спричиняють масштабні пожежі на промислових підприємствах, складах паливно-мастильних матеріалів, нафтобазах і в лісових масивах. Основні екологічні загрози:

- викиди шкідливих продуктів горіння в атмосферу;
- руйнування систем водопостачання і каналізації;
- забруднення ґрунтів і води важкими металами, нафтопродуктами та хімічними речовинами;
- ризики для здоров'я населення через токсичні викиди.

Сучасна протипожежна техніка має забезпечувати не лише ефективне гасіння, а й мінімізацію шкоди довкіллю.

Роль сучасної протипожежної техніки.

Інноваційна протипожежна техніка знижує негативні екологічні наслідки, підвищує ефективність гасіння пожеж і безпеку рятувальників. Використання сучасних систем дає змогу економно витрачати ресурси, зменшувати викиди шкідливих речовин та забезпечувати екологічно безпечне гасіння.

Формування екологічної культури у сфері цивільного захисту. Важливим напрямом є підвищення екологічної культури особового складу, що передбачає:

- навчання принципам сталого розвитку та екологічної безпеки;
- розвиток навичок роботи з екологічно безпечною технікою;
- інтеграцію екологічних аспектів у підготовку кадрів;
- формування у суспільстві відповідального ставлення до довкілля під час ліквідації наслідків пожеж .

Організаційні та правові аспекти.

Діяльність у сфері цивільного захисту має ґрунтуватися на принципах екологічної безпеки, раціонального використання природних ресурсів і збереження довкілля. Такі підходи забезпечують формування екологічної культури рятувальників та сприяють упровадженню сталих методів ліквідації надзвичайних ситуацій [5].

Перспективи розвитку. Подальший розвиток передбачає створення екологічно безпечних вогнегасних речовин, утилізацію відходів пожежогасіння, розвиток енергоощадної техніки, застосування штучного інтелекту для прогнозування пожеж та розширення міжнародної співпраці у сфері екологічних технологій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Хилько М. І. Екологічна безпека України: навч. посіб. / М.І. Хилько. Київ: 2017. 267 с.
2. Полукаров Ю. О., Праховнік Н. А., Землянська О. В. Екологічна безпека та цивільний захист: конспект лекцій / Ю.О. Полукаров, Н.А. Праховнік, О.В. Землянська. Київ: [б.в.], 2021. 180 с.
3. Кузьміна В. А. Екологічна безпека: конспект лекцій / В. А. Кузьміна. Одеса: [б.в.], 2020. 120 с.
4. “A comprehensive survey of research towards AI-enabled unmanned aerial systems in pre-, active-, and post-wildfire management” / S. Pedram Haeri Boroujeni, A. Razi, S. Khoshdel та ін. // arXiv. 2024. URL: <https://arxiv.org/abs/2401.02456> (дата звернення: 15.10.2025).
5. Кодекс цивільного захисту України : Закон України від 02.10.2012 р. № 5403-VI // Відомості Верховної Ради України. 2013. № 34–35. Ст. 458.

СТВОРЕННЯ СТАЛОЇ ЕКОЛОГООРІЄНТОВАНОЇ МІЖУНІВЕРСИТЕТСЬКОЇ МЕРЕЖИ – ЗАПОРУКА НАДІЙНОГО ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНИ

Внукова Н. В., д-р. техн. наук, проф.,

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Створення підґрунтя для сталого управління відновлення України ґрунтуються на рівні екологічної освіти в державі. Фахівці всіх напрямів економіки держави повинні розуміти принципи сталого управління, які базуються завдяки балансу економічних, соціальних та екологічних потреб, а також на принципах обережності, передбачення та запобігання негативним змінам. Ключовими принципами під час запровадження будь-яких технологій відновлення повинні бути: забезпечення рівних можливостей для всіх людей, зменшення нерівності, збереження природних екосистем, раціональне використання ресурсів, покращення якості життя, заходи запобігання змінам клімату [1].

Команда кафедри екології Харківського національного автомобільно-дорожнього університету, яка є співвиконавцем проекту Erasmus+ «Партнерство у сфері співпраці» «Трансформаційна навчальна мережа для забезпечення стійкості – надання можливості українській вищій освіті забезпечити стале та надійне відновлення (післявоєнної) України», що триватиме з 01 жовтня 2023 по 30 грудня 2025 року отримала інноваційний досвід щодо розбудови механізмів створення сталої екологоорієнтованої міжуніверситетської мережи. Проект керується Університетом сталого розвитку Еберсвальде в Німеччині. Крім того, в якості партнерів до проекту було залучено ще шість українських університетів, один литовський, один польський та один чеський університети, також 14 асоційованих партнерів. Протягом всього терміну проекту команда науковців кафедри екології виконувала модерацію одного з головних пакетів проекту – розробку інноваційних міждісциплінарних курсів; приймала участь у розробці Настанови зі сталого розвитку українських університетів; також систематично реалізувала розповсюдження інформації шляхом забезпечення ефективної комунікації та обміну результатами та досягненнями проекту з широким колом зацікавлених сторін, включаючи науковців, політиків, організації громадянського суспільства та широку громадськість в Україні та за її межами. Головною метою поширення інформації про проект є створення видимості, обізнаності та залучення, а також сприяння створенню спільноти практиків для сталого та стійкого розвитку в Україні, щоб вплинути на процес прийняття рішень та забезпечити включення та врахування суворих критеріїв сталого розвитку в процесі відновлення. Команда кафедри екології отримала досвід участі в обговоренні результатів всіх робочих пакетів проекту: в обговоренні дорожньої

карти впровадження Настанови зі сталого розвитку університетів, результатів співпраці з громадами щодо впровадження принципів сталого управління розвитком громад. Під час обговорення було напрацьовано практичний механізм співпраці в напрямку розвитку інноваційних підходів до екологічної освіти, який урахує баланс між трьома основними компонентами: економічним зростанням, соціальною справедливістю та екологічною стійкістю. Учасники підкреслили необхідність врахування та запровадження ключових принципів під час співпраці університетів та громад : принципу обережності, передбачення та запобігання шкоди довкіллю, балансування антропогенного навантаження з ресурсним потенціалом та збереження цілісності екосистем. Команда фахівців кафедри екології акцентувала увагу на ризиках , які виникали під час роботи. В Україні вперше запропоновано інноваційну методiku розробки та впровадження універсальних міждисциплінарних курсів , ціллю яких є надання здобувачам базових принципів методології сталого розвитку, подолання ризиків під час розробки екологічно спрямованих проектів та економічних інструментів для їхньої успішної реалізації. Особливостями реалізації амбітних завдань пакету була саме командна робота команд університетів – партнерів Консорціуму над окремими блоками курсів. Під час реалізації пакетних завдань були розроблені та пройшли апробацію методичні засади реалізації масштабних робіт з повного циклу методологічного забезпечення освітнього компоненту для здобувачів вишів. Унікальність пілотування пакету полягала в необхідності забезпечення під час роботи всіх структурно-організаційних етапів технічного, психологічного , професійно спрямованого супроводу для отримання необхідного результату під час роботи команд , які склалися з багатьох спеціалістів різних професійних напрямів , із різних українських та європейських університетів. Щодо технічних питань та результатів роботи під час складання уніфікованих освітніх компонент: вони можуть бути імплементовані в будь-яку освітню програму , використовувались нові програмні продукти такі як дошка Міро, Канва та інші. Досвід змішаного методичного забезпечення курсів включив в себе забезпечення розробки лекційного матеріалу протягом інтенсивної роботи в ZOOM під час інтерактивного спілкування модераторів з аудиторією всіх університетів – партнерів – лекторами різних вишів (це стало одним з інноваційних результатів роботи за проектними завданнями); практичні роботи та оцінювання засвоєння матеріалу проходило оф-лайн в європейських університетах-партнерах проекту. За результатами роботи всі здобувачі, що отримали позитивні результати тестування , були заохочені сертифікатами (180 кредитів ECTS), які можуть бути враховані як результати неформальної освіти. Таким чином в Україні за принципами партнерства: співпраці між державами, організаціями та громадами відбувається створення сталої екологоорієнтованої міжуніверситетської мережі як запоруки надійного відновлення України.

Література

1. Офіційний сайт Global Reporting Initiative. URL: <https://www.globalreporting.org/standards/>.

УДК 72.01

ЕКОЛОГІЯ ТА ІННОВАЦІЇ В БУДІВНИЦТВІ: РОЗРОБКА НАЦІОНАЛЬНОГО СТАНДАРТУ UBREE ЯК АЛЬТЕРНАТИВИ МІЖНАРОДНИМ СИСТЕМАМ

*Голіус В. А., аспірант,
Данилов С. М., доктор архітектури, доцент,
Харківський національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова*

Будівельна галузь є одним із найбільш ресурсоємних та екологічно навантажених секторів економіки, відповідаючи за значну частку світового споживання електроенергії, водних ресурсів, генерації відходів та викидів вуглецю. Вирішення цих екологічних викликів безпосередньо корелює з досягненням Цілей сталого розвитку ООН (ЦСР). Національна законодавча база України, що включає Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» [1], Указ Президента України «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року» (№ 722/2019) [2] тощо, вже спрямована на імплементацію цих цілей.

Для системного зниження негативного впливу будівель протягом усього їхнього життєвого циклу впроваджуються рейтингові системи екологічної сертифікації архітектури (зелені стандарти), які комплексно враховують питання збереження якості атмосферного повітря, енергозбереження, використання відновлювальних джерел енергії, утилізації та переробки відходів тощо.

Проведений аналіз ринку зеленої сертифікації [3] засвідчив, що в Україні представлені три основні міжнародні стандарти (LEED, BREEAM, DGNB). Однак, загальна кількість сертифікованих об'єктів залишається низькою, причому їхнє розміщення зосереджено виключно у великих містах та майже повністю у сегменті громадських та офісних споруд. Водночас, незважаючи на складнощі, з'являються й нові сертифіковані проекти. Так, у червні 2025 року було сертифіковано логістичний центр компанії «Novus» (м. Київ) за системою BREEAM на етапі проєктування, досягнувши рівня «Good» [4].

З огляду на зазначене, використання виключно дорогих, нелокалізованих міжнародних систем є не самою ефективною стратегією для українського ринку. Це створює нагальну потребу в розробці локалізованого національного зеленого стандарту, який би гармонійно поєднував міжнародну методологію з

вітчизняними будівельними нормами (ДБН), нормативними документами, стандартами, економічними реаліями, особливостями ринку будівельних матеріалів тощо.

Автори цієї роботи здійснюють ініціативну розробку концепту та робочого шаблону національної рейтингової системи UBREE (Ukrainian Building Rating for Environmental Efficiency – Український рейтинг екологічної ефективності будівель). Стандарт UBREE фокусується не лише на ключових показниках ресурсоефективності та енергомодернізації, а й інтегрує критерії, що підвищують його привабливість для ринку та громади. Зокрема, у методології UBREE передбачено інноваційний підхід до оцінки візуальних властивостей сертифікованих проєктів. Інтеграція критеріїв архітектурної якості, естетичної цінності та гармонії з міським контекстом у загальну систему оцінки гарантує, що сталий розвиток не обмежується лише технічними показниками, а й призводить до підвищення якості архітектурного середовища в Україні.

Практична цінність розробки UBREE полягає у забезпеченні доступності екологічної сертифікації для ширшого кола українських девелоперів, включаючи сегмент житлового будівництва та регіональні проєкти. Локалізація критеріїв дозволить ефективніше враховувати особливості національної сировинної бази, вимоги ДБН та регіональні кліматичні зони, що є складним при прямому застосуванні міжнародних стандартів.

Таким чином, розробка національної рейтингової системи UBREE є важливою ініціативою, яка відповідає глобальним Цілям сталого розвитку та конкретним екологічним викликам України. Інтеграція інноваційної методики оцінки візуальних властивостей підтверджує системний підхід, де екологічна ефективність невіддільна від архітектурної якості та соціальної відповідальності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року». *Відомості Верховної Ради (ВВР)*. 2019. № 16. Ст. 70. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text> (дата звернення: 19.10.2025).

2. Указ Президента України «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року». *Законодавство України (Портал Верховної Ради)*. Документ 722/2019, прийняття від 30.09.2019, набрання чинності 02.10.2019. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text> (дата звернення: 20.10.2025).

3. Holius V. A. Green standards in Ukraine: current state of the problem / V. A. Holius // *Modern construction and architecture*. 2025. № 13. P. 9–19. DOI: <https://doi.org/10.31650/2786-6696-2025-13-9-19>.

4. GreenBook Live. Novus Logistic Center. *Certified BREEAM Assessments*. URL: <https://www.greenbooklive.com/search/displaycompany.jsp?partid=10023&companyid=39437289> (дата звернення: 20.10.2025).

ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА ЯК ОСНОВА ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ СТУДЕНТІВ-ЕКОЛОГІВ У КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Душкін С. С., канд. техн. наук, доц.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Сучасний етап розвитку суспільства характеризується загостренням екологічних проблем, що вимагає посилення ролі освіти у формуванні світоглядних орієнтирів молоді та майбутніх фахівців-екологів. Вища екологічна освіта сьогодні стає ключовим чинником досягнення сталого розвитку, адже формує систему знань, цінностей і практичних умінь, спрямованих на збереження довкілля та раціональне використання природних ресурсів [1, 2]. Як зазначає А.М. Мартін [1], освіта для сталого розвитку – це безперервний процес розширення знань і формування поведінкових моделей, що забезпечують гармонію між природою і суспільством. Її метою є виховання особистості, здатної до екологічно збалансованої діяльності та критичного мислення щодо власного впливу на довкілля.

Для студентів-екологів важливим завданням стає не лише засвоєння природничих і технічних знань, а й розвиток екологічної культури, готовності діяти як фахівці, що поєднують науковий підхід із соціальною відповідальністю. Реалізація цих завдань передбачає модернізацію змісту освітніх програм, інтеграцію практичних компонентів – моніторингових досліджень, польових практик, громадських екоініціатив. Такі підходи відповідають вимогам Стратегії сталого розвитку України до 2030 р. [3-5].

Ключову роль у формуванні екологічного мислення студентів відіграють навчальні дисципліни, орієнтовані на практичну взаємодію з природним середовищем, аналіз екологічних ризиків та участь у регіональних програмах сталого розвитку. Формування компетентностей сталого мислення передбачає інтеграцію природничих, економічних і соціальних знань, а також розвиток етичних та естетичних цінностей [6-12].

Отже, екологічна освіта у вищій школі є не лише засобом підготовки фахівців, а й основою екологізації суспільства. Вона забезпечує професійне становлення майбутніх екологів, сприяє їхній участі в розв'язанні регіональних і глобальних екологічних проблем, формує відповідальне ставлення до природи та активну громадянську позицію.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мартін, А.М. (2025). Екологічна освіта в контексті сталого розвитку. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*, (217), 336–339. DOI: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2025-1-217-336-339>.

2. Терлецький, В. К., Ольхова-Марчук, Н. В., & Кушнір, В. В. (2021). Екологічна освіта для сталого розвитку суспільства. *Екологічні науки*, 5(38), 24–28. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.5-38.5>.
3. Президент України. (2019). *Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року: Указ № 722/2019*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019>.
4. Харківський національний автомобільно-дорожній університет. (2025). Каталог освітніх програм Е2 Екологія (101 Екологія)[Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.khadi.kharkov.ua/education/katalog-osvitnikh-program/101-ekologija/>
5. Душкін, С.С. (2025). Огляд онлайн-ресурсів для моніторингу стану довкілля: практичний інструментарій для студентів-екологів. *Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення: збірник наукових статей* (с. 247–254). Харків: УКРНДЦЕП.
6. Душкін, С.С. (2025). Забезпечення екологічної безпеки систем водопостачання міст. *Матеріали міжнар. наук.-практ. конф. «PES-2025»* (с. 364–365). Черкаси: НУЦЗУ.
7. Душкін, С. С. (2025). STEAM-освіта та ЕКО-технології: інноваційний шлях до зеленого майбутнього. *Матеріали III міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. «Актуальні аспекти розвитку STEAM-освіти в умовах євроінтеграції»* (24 квітня 2025 р., Кропивницький) (с. 537–539). Кропивницький: ДонДУВС.
8. Душкін, С. (2025). Використання цифрових технологій при викладанні навчальної дисципліни «Міжнародна рекреаційно-туристична діяльність». *Методологія сучасних наукових досліджень: збірник наукових праць XXI міжнар. наук.-практ. конф.* (27–28 березня 2025 р., Харків) / за ред. К. Юр'євої (с. 352–356). Харків: ХНПУ ім. Г. С. Сковороди. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15815519>.
9. Душкін, С. С. (2025). Професіоналізація вчителя технологій у контексті дисципліни «Ресурсо- та енергозбереження». *Матеріали XIV міжнар. наук.-практ. конф. «Технологічна освіта: сучасні реалії та перспективи розвитку»* (с. 92–95).
10. Душкін, С. С. (2025). Формування екологічної свідомості здобувачів у контексті навчальної дисципліни «Стратегія сталого розвитку державної кліматичної політики». *VIII Всеукр. наук.-практ. конф. «Нові інформаційні технології управління бізнесом»* (с. 93–96). Київ: КНУ ім. Тараса Шевченка.
11. Dushkin, S. (2025). Updating the concept of greening higher education in the context of martial law. *ISARC Congress Proceedings* (18–19 January 2025), 1086–1088.
12. Душкін, С.С. (2025). Екологізація енергетичних систем: виклики, перспективи та інновації в переході до сталого розвитку. *Матеріали II міжнар. наук.-практ. конф. «Енергетичні установки та альтернативні джерела енергії 2025»* (с. 178–181). Харків: ХНАДУ.

ПРОФЕСІЙНА ПІДГОТОВКА РЯТУВАЛЬНИКІВ ЯК ФАКТОР ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ В УМОВАХ ВОЄННИХ ВИКЛИКІВ

Жогло В. М., ст. викладач,

Белюченко Д. Ю., канд. техн. наук

Національний університет цивільного захисту України

У сучасних умовах України, що супроводжуються війною та зростанням техногенних катастроф, питання екологічної безпеки набуває критичного значення. Надзвичайні ситуації, пов'язані з пожежами на промислових об'єктах, аваріями на хімічних і нафтогазових підприємствах, а також збройними конфліктами, спричиняють масштабне забруднення довкілля [1]. Такі події негативно впливають на атмосферне повітря, водні ресурси, ґрунти, призводять до деградації екосистем і втрати біорізноманіття.

Екологічні наслідки надзвичайних ситуацій не обмежуються шкодою природі: викиди токсичних газів, розливи нафтопродуктів і хімікатів отруюють довкілля, знижують якість життя та створюють загрози для здоров'я людей. Особливу небезпеку становить радіоактивне забруднення територій, зокрема у зоні бойових дій, що має довготривалий і кумулятивний характер впливу [1].

У системі національної безпеки рятувальники відіграють ключову роль у попередженні та ліквідації надзвичайних ситуацій, які загрожують довкіллю. Їхня діяльність виходить за межі традиційного гасіння пожеж: вони здійснюють екологічний моніторинг, нейтралізацію небезпечних відходів, локалізацію джерел забруднення, евакуацію населення із зон ризику, а також координацію дій з іншими службами [1].

Особливої уваги потребує їхня готовність до дій в умовах воєнного конфлікту, де масштаби та характер екологічних загроз значно складніші. У таких умовах рятувальники виконують також стратегічні завдання із збереження екологічної рівноваги.

Ефективне реагування на екологічні загрози можливе лише за умови належної професійної підготовки рятувальників. Її зміст має охоплювати правову базу, практичні навички моніторингу, очищення довкілля, оцінки ризиків та ухвалення рішень у кризових ситуаціях [2]. Важливо також включити основи екологічних наук – екотоксикологію, гідроекологію, радіаційну безпеку, а також навички поводження з відходами відповідно до міжнародних стандартів [2; 3].

У сучасних умовах особливого значення набуває впровадження інноваційних технологій у процес професійної підготовки рятувальників. Застосування безпілотних літальних апаратів для моніторингу зон ураження, сенсорних систем виявлення токсичних речовин, мобільних екологічних лабораторій і цифрових карт ризиків сприяє підвищенню ефективності реагування [3].

Використання геоінформаційних систем (GIS), штучного інтелекту та аналітичних платформ для моделювання екологічних загроз відкриває нові можливості для прогнозування сценаріїв розвитку надзвичайних ситуацій і оптимізації дій оперативних служб. Інтеграція цифрових технологій у систему навчання та тренувань (зокрема віртуальних тренажерів і симуляційних програм) забезпечує глибше засвоєння матеріалу й набуття практичного досвіду в умовах, максимально наближених до реальних [3].

Важливою складовою професійної підготовки рятувальників є не лише набуття технічних і практичних навичок, а й формування психологічної стійкості. Робота в зоні екологічної катастрофи, особливо в умовах воєнного конфлікту, супроводжується високим рівнем стресу, фізичної та емоційної напруги, тому питання збереження психічного і фізичного здоров'я особового складу мають бути в центрі уваги керівництва відповідних структур [4]. Окрім цього, підготовка повинна охоплювати знання чинного законодавства України у сфері охорони довкілля, цивільного захисту, а також норм міжнародного права. Це забезпечує законність та ефективність дій рятувальників і сприяє міжвідомчій взаємодії в умовах підвищеної складності [5].

Отже, професійна підготовка рятувальників у сфері екологічної безпеки є стратегічним пріоритетом для України в умовах воєнних викликів і техногенних ризиків. Комплексний підхід: поєднання екологічної освіти, сучасних технологій, психологічної стійкості, фізичної витривалості та правової обізнаності – формує фахівців, здатних ефективно діяти в умовах надзвичайних ситуацій. Це є ключовою умовою зміцнення національної системи реагування та сталого розвитку держави.

ЛІТЕРАТУРА

1. Попов С., Присяжнюк І. Техногенно-екологічна безпека і надзвичайні ситуації: механізми координації та взаємодії // *Актуальні проблеми державного управління*. 2020. № 2(84). С. 113–117. URL: <http://uran.oridu.odessa.ua/article/view/201817>.

2. Кривошея І. С. Екологічна підготовка майбутніх фахівців державної служби надзвичайних ситуацій // *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2022. № 204. С. 112–115. URL: <https://pednauk.cusu.edu.ua/index.php/pednauk/article/view/1268>.

3. Коваль М., Коваль І. Основні принципи професійної підготовки майбутніх рятувальників // *Військова освіта*. 2021. № 1(43). С. 132–139.

4. Калиненко Л., Андрієнко М., Слущька О. Вимоги до екіпірування рятувальників під час виконання аварійно-рятувальних робіт в осередку надзвичайної ситуації з виливом (викидом) радіоактивних та небезпечних хімічних речовин // *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*. 2023. № 2(16). С. 162–172. DOI: [https://doi.org/10.33269/nvcz.2023.2\(16\).162-172](https://doi.org/10.33269/nvcz.2023.2(16).162-172).

5. Закон України «Про зону надзвичайної екологічної ситуації» № 1908–III від 13.07.2000 // *Відомості Верховної Ради України*. 2000. № 39. Ст. 33.

ЕКОЛОГІЧНА КУЛЬТУРА ЯК СКЛАДОВА ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ

Заріцька К. М., курсантка,

Демент М. О., канд.пед.наук, доц.

Національний університет цивільного захисту України

Екологічна культура є важливою складовою професійної підготовки фахівців цивільного захисту, оскільки сприяє формуванню відповідального ставлення до навколишнього середовища та підвищує ефективність реагування на надзвичайні ситуації. У сучасних умовах, коли надзвичайні ситуації часто супроводжуються екологічними наслідками, особливо важливо, щоб фахівці цивільного захисту володіли необхідними знаннями та навичками для мінімізації негативного впливу на довкілля. Це передбачає здатність оцінювати екологічні ризики, застосовувати екологічно безпечні технології та методи, а також здійснювати моніторинг стану навколишнього середовища під час і після проведення рятувальних робіт.

Одним із ключових завдань сучасної системи підготовки фахівців цивільного захисту є інтеграція екологічних знань у процес професійної освіти. Вона передбачає не лише формальне включення екологічних дисциплін до навчальних планів, а й створення цілісної системи екологічної освіти, спрямованої на формування у здобувачів стійких екологічних цінностей, відповідального ставлення до природного середовища та усвідомлення впливу людської діяльності на екосистеми. До змісту підготовки буде доцільно включати питання екологічної безпеки, сталого розвитку, охорони навколишнього середовища, раціонального використання природних ресурсів, а також методів оцінювання екологічних ризиків. Такі дисципліни мають бути орієнтовані не лише на засвоєння теоретичних знань, але і на розвиток практичних умінь, що дозволяють ефективно діяти у реальних умовах, пов'язаних із надзвичайними ситуаціями. Це забезпечить готовність майбутніх фахівців не лише оперативно реагувати на екологічні виклики, а й приймати екологічно виважені рішення під час виконання службових завдань.

Окрему увагу в процесі підготовки фахівців слід приділяти формуванню навичок екологічного аналізу, веденню документації з оцінки впливу на довкілля, а також дотриманню екологічних стандартів і норм під час експлуатації технічних засобів. Розвинена екологічна культура сприяє не лише зниженню ризику вторинного забруднення під час рятувальних операцій, а і формує у фахівців цілісне бачення взаємозв'язку між безпекою людини, суспільства та природи.

Також важливою складовою професійної підготовки є проведення практичних тренувань і симуляцій, які максимально наближені до реальних екологічних загроз. Такі заходи будуть сприяти набуттю практичного досвіду,

розвитку навичок командної взаємодії, лідерства та прийняття рішень в умовах невизначеності. Під час подібних занять особлива увага приділяється оцінюванню екологічних ризиків, застосуванню екологічно безпечних технологій, методів нейтралізації шкідливих речовин, а також алгоритмам реагування на витоки, забруднення чи інші надзвичайні події, що можуть спричинити екологічні наслідки.

Не менш важливим аспектом є розвиток навичок міжвідомчої співпраці, оскільки ефективне реагування на екологічні загрози неможливе без координації дій між підрозділами цивільного захисту, екологічними службами, органами місцевої влади та громадськими організаціями. Така взаємодія дозволяє забезпечити комплексний підхід до ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, оптимальне використання ресурсів і злагоджене виконання спільних завдань. Міжвідомче співробітництво також сприяє обміну досвідом, ресурсами та інформацією, що є необхідним для постійного підвищення кваліфікації персоналу та вдосконалення механізмів реагування на екологічні виклики сучасності.

Отже, формування екологічної культури у фахівців цивільного захисту є не просто одним із напрямів професійної підготовки, а одною з ключових складових розвитку сучасного рятувальника, здатного діяти в умовах екологічних викликів XXI століття. Екологічна культура є основою професійної свідомості, що поєднує знання про довкілля, розуміння екологічних ризиків і готовність приймати рішення для збереження природних ресурсів та зменшення негативного впливу людини. Вона формує відповідальність за стан навколишнього середовища й здатність комплексно оцінювати ситуації з урахуванням екологічних, технічних і соціальних чинників. Саме завдяки високому рівню екологічної культури фахівці цивільного захисту здатні приймати рішення, які одночасно забезпечують ефективність рятувальних дій і збереження природного балансу території, на якій вони здійснюються.

ЛІТЕРАТУРА

1. Полукаров Ю.О., Праховнік Н.А., Землянська О.В. Екологічна безпека та цивільний захист: конспект лекцій. КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ, 2022. 184 с. URL: <https://surl.li/gddwds>.
2. Еколого-технологічні особливості та практико-орієнтований характер підготовки майбутніх фахівців цивільного захисту, 2021. С. 318–330. DOI:10.24139/2312-5993/2021.10/318-330.
3. Екологічна безпека та її правове забезпечення в Україні // Environmental Science. Т. 16, № 1. 2025. С. 33–50. URL: <https://surl.li/fwxwrc>.

ПРОВЕДЕННЯ ТЕМАТИЧНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ ЯК ШЛЯХ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ

Кручина В. В., канд. техн. наук, доц.,

Клеєвська В. Л., ст. викладач,

Мірошниченко О. М., інженер

Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут»

Стрімкий розвиток світового виробництва в наш час призводить до суттєвого поглиблення екологічної кризи та виникнення глобальних екологічних проблем, як то: зміна клімату, забруднення атмосферного повітря, об'єктів гідросфери, брак і низька якість питної води, утворення величезної кількості відходів, втрата біорізноманіття, знеліснення, опустелювання тощо [1]. За думкою дослідників, вказані процеси підсилюються низьким рівнем екологічною культури, освіти і виховання в суспільстві, який спричинює безвідповідальне ставлення людей до наслідків своєї діяльності. Тому підвищення рівня екологічної освіти є надзвичайно актуальним завданням.

Екологічна освіта – це організовані зусилля для вивчення особливостей функціонування природних явищ, та, зокрема, здатності людини керувати поведінкою і екологічними системами для досягнення сталого розвитку і життя [2]. Організація Об'єднаних Націй з питань освіти, науки та культури (ЮНЕСКО) визнає важливу роль екологічної освіти для формування у суспільстві поваги до природи, а також збільшення екологічної свідомості людей [2].

Відповідно до Концепції екологічної освіти України «Основною метою екологічної освіти є формування екологічної культури окремих осіб та суспільства в цілому, формування навичок, фундаментальних екологічних знань, екологічного мислення та свідомості, що ґрунтується на ставленні до природи як до універсальної унікальної цінності» [3].

Для реалізації завдання підвищення рівня екологічної освіти та культури здобувачів вищої освіти Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» співробітники кафедри Екології та техногенної безпеки проводять такі заходи.

По-перше, вже декілька років поспіль проходять вебінари «Екологічні проблеми сьогодення» (в online форматі) із залученням здобувачів вищої освіти спеціальності Е2 Екологія та здобувачів загальної середньої освіти міста Харкова. Студенти та школярі самостійно обирають тему доповіді, що відповідає концепції вебінару, аналізують необхідні інформаційні джерела і аргументовано викладають свою думку. Це не лише сприяє збільшенню обізнаності молоді щодо існуючих екологічних проблем та шляхів їхнього подолання, а й формує у здобувачів освіти певні «soft skills», такі як креативність та критичне мислення, комунікабельність, навички публічних

виступів, вміння доводити свою позицію. Серед тем, які розглядали доповідачі на таких заходах екологічні проблеми густонаселених регіонів світу, вплив на довкілля промисловості та транспортної галузі, наслідки зміни клімату тощо.

По-друге, для здобувачів вищої освіти проводяться ознайомчі лекції щодо екофільних традицій наших пращурів та релігійних аспектів природоохорони. Господарсько-побутові екологічно-значущі традиції, територіально-пов'язані екологічні звичаї та обряди українського народу важливо збирати, зберігати і популяризувати. Релігія може відігравати важливу роль в охороні та захисті довкілля, вона формує моральні та етичні орієнтири для відповідального ставлення до природи, а також надавати окремим територіям або видам особливого сакрального значення. Застосування подібного нетрадиційного підходу викликає певну зацікавленість в аудиторії та сприяє зростанню природоохоронних мотивацій.

Також, в межах ClimateWeekUA було проведено захід «Зміни клімату: загрози, виклики, подолання» у змішаному форматі, наведено на фото рис. 1. Відвідувачі отримали інформацію про причини і наслідки зміни клімату, зусилля світової спільноти щодо подолання наслідків цієї глобальної екологічної проблеми та обговорили ті заходи з адаптації до змін клімату, до яких здатен доєднатися кожен задля досягнення спільної мети: збереження майбутнього нашої планети.

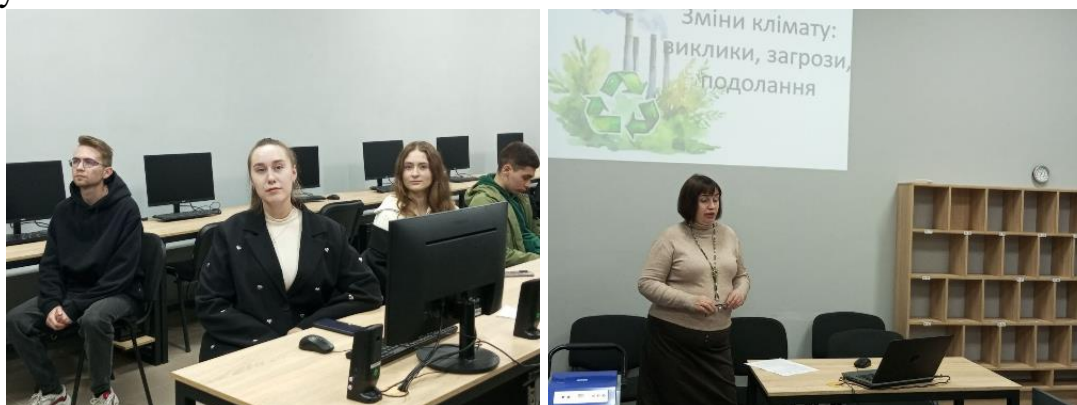


Рисунок 1 – Захід «Зміни клімату: загрози, виклики, подолання», проведений в Національному аерокосмічному університеті «ХАІ»

Вважаємо, що проведення вказаних заходів сприятиме підвищенню рівня екологічної освіти і культури здобувачів освіти, а також посиленню їхніх природоохоронних мотивацій, що дозволить забезпечити сталий, природоорієнтований розвиток нашої молоді.

Література

1. Екологічні глобальні проблеми. Енциклопедія сучасної України. URL: <https://esu.com.ua/article-18692> (дата звернення 17.10.25).
2. Екологічна освіта. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Екологічна_освіта. (дата звернення 18.10.25).
3. Про концепцію екологічної освіти в Україні. Рішення Колегії Міністерства освіти і науки України № 13/6 – 19 від 20.12.2001 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v6-19290-01#Text>. (дата звернення 18.10.25).

ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ В ЕКОЛОГО-ГЕОГРАФІЧНІЙ ОСВІТІ В УМОВАХ ВІЙНИ

*Луценко С. М., канд. наук з держ. управління, доц.
Комунальний заклад Сумський обласний інститут
післядипломної педагогічної освіти
Луценко С. В., PhD, ст. викладач
Сумський державний педагогічний університет*

В умовах війни екологічно-географічна освіта набуває особливої актуальності, оскільки екологічні наслідки воєнних дій мають довготривалий вплив на природне середовище, здоров'я людей і майбутній розвиток держави. Ефективне управління інформаційними потоками, ресурсами та комунікаціями в цій сфері є критично важливим для підтримання освітнього процесу, формування екологічної компетентності та свідомої громадянської позиції. Інформаційний менеджмент в освітньому середовищі забезпечує збереження безперервності навчання, координацію діяльності суб'єктів освіти, а також оперативне реагування на зміни зовнішнього середовища, що особливо важливо в умовах воєнних викликів.

Інформаційний менеджмент у сучасному науковому дискурсі розглядається як система управління інформаційними процесами, що включає планування, організацію, зберігання, розподіл та використання інформації для прийняття управлінських рішень. В екологічній та географічній освіті його основним завданням є забезпечення ефективної комунікації між учасниками освітнього процесу, формування екологічних знань через доступ до якісних інформаційних ресурсів, цифрових платформ та баз даних. Основою ефективного інформаційного менеджменту є інтеграція інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), аналітичних інструментів та інтернет-сервісів у систему управління освітніми процесами. Це сприяє адаптації освітніх програм до умов нестабільності, дозволяє здійснювати моніторинг якості еколого-географічної освіти та прогнозування можливих ризиків.

Воєнні дії на території України призвели до значних екологічних втрат – забруднення ґрунтів, водних ресурсів, повітря, руйнування природних екосистем. Це створює новий контекст для еколого-географічної освіти, який потребує швидкої реакції та адаптації освітніх систем. В умовах воєнного стану актуалізуються такі завдання екологічної та географічної освіти: формування знань про воєнні екологічні загрози; розвиток навичок безпеки та адаптації до змінених умов; виховання відповідального ставлення до природного середовища; підтримка інформаційної грамотності педагогів та учнів у сфері екологічної та географічної аналітики. Застосування інформаційного менеджменту дає змогу систематизувати інформацію, координувати дії різних

освітніх і громадських структур, забезпечувати обмін досвідом у цифровому середовищі.

На практиці інформаційний менеджмент реалізується через використання цифрових екосистем освіти: електронні освітні платформи (Google Classroom, Moodle, EdEra), що дають змогу організувати дистанційне навчання з екології та географії; віртуальні екологічні, географічні лабораторії та цифрові карти воєнного впливу на довкілля (Ecoaction, SaveEcoBot, EarthCam); освітні блоги, подкасти, онлайн-курси з тем сталого розвитку, енергозбереження, екологічної безпеки; системи аналітики та моніторингу, які дають змогу відстежувати зміни стану довкілля та інтегрувати їх у навчальні проєкти. Керівники освітніх закладів, застосовуючи принципи інформаційного менеджменту, можуть створювати бази даних еколого-географічних проєктів, впроваджувати електронні системи обліку та звітності, організовувати партнерство з громадськими організаціями та науковими установами.

Серед головних викликів інформаційного менеджменту в еколого-географічній освіті під час війни можна виокремити: обмежений доступ до ресурсів та інтернету в окремих регіонах; дефіцит кваліфікованих кадрів у сфері ІКТ; психологічне навантаження на учасників освітнього процесу; необхідність оперативного реагування на екологічні надзвичайні ситуації. Водночас війна стала каталізатором цифрової трансформації освіти. Перспективними напрямками є створення національної платформи еколого-географічного інформаційного менеджменту; розвиток інтелектуальних систем моніторингу довкілля; формування цифрової культури екологічної безпеки в педагогічній спільноті.

Таким чином, інформаційний менеджмент у системі еколого-географічної освіти в умовах війни виступає ключовим механізмом забезпечення її безперервності, актуальності та ефективності. Його застосування сприяє підвищенню якості освітнього процесу, формуванню аналітичного мислення та екологічної відповідальності громадян. У перспективі саме інформаційно-управлінські технології стануть основою для створення інтегрованої системи екологічної безпеки й відновлення довкілля після завершення воєнних дій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Андрущенко В. П. Освіта і сталий розвиток: виклики сучасності. К.: Либідь, 2021.
2. Колот А. М. Інформаційне суспільство та освіта: управлінські аспекти. Київ: КНЕУ, 2020.
3. Лук'янець В. Екологічна освіта в умовах воєнних загроз: сучасні виклики // Наукові записки НПУ ім. М. Драгоманова. 2023.
4. SaveEcoBot, 2024. URL: <https://saveecobot.com>
5. Стратегія розвитку вищої освіти України на 2022–2032. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 23 лютого 2022 р. № 286-р. Київ, 2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/286-2022-%D1%80#Text>

ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СВІДОМОСТІ МОЛОДІ ЯК ОСНОВА СТАЛОГО РОЗВИТКУ СУСПІЛЬСТВА

Накемній О.К., ст. викладач

Технічний Університет «Метінвест Політехніка»

Сучасний етап розвитку людства характеризується загостренням екологічних проблем, що становить реальну загрозу сталому розвитку суспільства. Поглиблення кліматичної кризи, деградація екосистем, забруднення довкілля вимагають переосмислення цінностей і формування нового типу мислення – екологічного. Саме тому питання виховання екологічно свідомої особистості набуває особливої актуальності. Формування екологічної свідомості молоді є ключовою складовою системи освіти для сталого розвитку. Молоде покоління виступає рушійною силою суспільних змін, тому саме від рівня їхньої екологічної культури залежить ефективність реалізації екологічної політики держави та досягнення Цілей сталого розвитку ООН. Екологічна освіта сьогодні має не лише інформативний, а й виховний характер – вона покликана формувати відповідальне ставлення до природних ресурсів, екологічну етику та готовність до екологічних дій. Важливим завданням є створення освітнього простору, що стимулює розвиток критичного мислення, участь у природоохоронних ініціативах і волонтерських проєктах. Дослідження процесу формування екологічної свідомості молоді є необхідним для вдосконалення сучасної системи екологічної освіти та підвищення ефективності заходів з формування культури сталого розвитку у суспільстві.

Екологічна свідомість є складовою суспільної свідомості, що відображає систему знань, цінностей і переконань людини щодо взаємодії з природним середовищем. Вона поєднує когнітивний (знання), емоційно-ціннісний (ставлення) та поведінковий (діяльність) компоненти. На думку сучасних дослідників [1], екологічна свідомість формується під впливом освіти, соціального середовища, сімейного виховання та культурних традицій. Одним з найважливіших чинників цього процесу є екологічна освіта, яка забезпечує засвоєння екологічних знань і перетворення їх у переконання та практичну діяльність. У контексті сталого розвитку освіта має орієнтуватися не лише на передачу знань про навколишнє середовище, а й на формування відповідального ставлення до використання природних ресурсів.

Екологічна освіта є стратегічним інструментом переходу суспільства до моделі сталого розвитку. Вона охоплює як формальну освіту (навчальні програми, дисципліни, спецкурси), так і неформальну – участь у волонтерських рухах, екологічних акціях, тренінгах, конкурсах тощо. У закладах вищої освіти України активно впроваджуються дисципліни екологічного спрямування, а також інтегровані курси, що розкривають проблематику охорони довкілля у межах технічних, економічних та гуманітарних спеціальностей. Важливим є залучення студентів до практичної природоохоронної діяльності: участі у

прибиранні територій, озелененні, моніторингу стану довкілля, створенні інформаційних кампаній. Такі форми роботи сприяють не лише набуттю знань, а й формуванню відповідального екологічного мислення та навичок екологічно орієнтованої поведінки. Особливу роль у цьому процесі відіграє викладач, який виступає не лише джерелом знань, а й прикладом екологічно свідомої поведінки. Поєднання професійної підготовки з екологічним вихованням створює умови для становлення нового покоління фахівців, здатних діяти відповідально щодо природи.

Сучасні освітні технології дозволяють значно підвищити ефективність екологічного виховання. Використання інтерактивних методів навчання – проєктної діяльності, дебатів, екологічних тренінгів, симуляцій, квестів – сприяє розвитку критичного мислення та формуванню активної громадянської позиції. Цифрові ресурси (онлайн-платформи, екомапи, екоігри, мобільні додатки) створюють можливості для залучення молоді до екологічної діяльності навіть поза межами аудиторії. Прикладом є участь студентів у масових екоініціативах – Всеукраїнських акціях «Зробимо Україну чистою», «Посади дерево – врятуй планету», «Дні довкілля» тощо. Важливим інноваційним напрямом є формування міждисциплінарних освітніх проєктів, у межах яких студенти технічних, економічних і природничих спеціальностей спільно розробляють екологічно орієнтовані рішення [2].

Екологічна культура є узагальненим результатом розвитку екологічної свідомості, яка проявляється у способі життя, поведінці, світоглядних орієнтирах людини. Її рівень відображає ступінь зрілості суспільства та його готовність до екологічно збалансованого розвитку. Формування екологічної культури вимагає постійного поєднання освітніх, виховних і громадських заходів. Значну роль у цьому відіграють екологічні клуби, студентські ради, молодіжні громадські організації, які популяризують екологічні цінності через соціальні медіа, флешмоби, конференції, виставки. Таким чином, розвиток екологічної освіти та виховання молоді є ключовим чинником переходу до суспільства, в якому принципи сталого розвитку стають частиною щоденної поведінки людини.

Отже, формування екологічної свідомості молоді є не лише педагогічним, а й соціальним завданням, від реалізації якого залежить екологічна безпека, якість життя та перспектива сталого розвитку України. Використання проєктних, інтерактивних і цифрових технологій дозволяє підвищити мотивацію студентів до екологічної активності та сприяє розвитку критичного мислення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Екологічна освіта дітей: синергія українсько-європейських відносин : монографія / За ред. групи проєкту Erasmus + Jean Monnet Module Project: 101085524 – EcoEdEU – ERASMUS-JMO-2022-HEITCH-RSCH «Ecological education of preschool and primary school children: a European approach»: І. Стахової, Н. Казьмірчук, І. Карук, Н. Баюрко. Вінниця, ТВОРИ, 2024. 219 с.

2. Інноваційні освітні технології: світовий і вітчизняний досвід використання в системі неперервної освіти: монографія / відповідальні редактори Барановська Л.В. (Київ, Україна), Морська Л.І. (Жешув, Республіка Польща). Біла Церква, 2022. 34 с.

Секція 5. Енергозбереження. Нетрадиційні і відновлювані джерела енергії

УДК 620.92

ПОШУК ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВА

*Авласьонок К. І., електромонтер,
ПРАТ «ПІВНІЧНИЙ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИЙ КОМБІНАТ»,
Масловський К. С., здобувач,
Максимова Н. М., канд. техн. наук, доц.
ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»*

Держава всебічно підтримує розвиток альтернативних джерел для вироблення електроенергії на об'єктах соціальної [1] та промислової інфраструктури [2], не зважаючи на складність поточних умов.

Під поняттям «альтернативної енергетики» слід розуміти сферу енергетики, що забезпечує вироблення електричної, теплової та механічної енергії з альтернативних джерел енергії, а саме: з відновлюваних джерел енергії, до яких належать енергія сонячна, вітрова, геотермальна, гідротермальна, аеротермальна, енергія хвиль та припливів, гідроенергія, енергія біомаси, газу з органічних відходів, газу каналізаційно-очисних станцій, біогазів, та вторинні енергетичні ресурси, до яких належать доменний та коксівний газ, газ метан дегазації вугільних родовищ, перетворення скидного енергопотенціалу технологічних процесів [2, 3].

Закон України «Про альтернативні джерела енергії», з урахуванням Закону України «Про внесення змін до деяких законів України щодо відновлення та "зеленої" трансформації енергетичної системи України», регулює ціну різних видів альтернативних джерел [2 – 3].

У Законі України «Про внесення змін до деяких законів України щодо відновлення та "зеленої" трансформації енергетичної системи України» зазначається, що "зелений" тариф – це спеціальний тариф, за яким закуповується електрична енергія, вироблена на об'єктах електроенергетики, зокрема на введених в експлуатацію чергах будівництва електричних станцій (пускових комплексах), з альтернативних джерел енергії (а з використанням гідроенергії – лише мікро-, міні- та малими гідроелектростанціями) [2].

Держава планує надбавку до зеленого тарифу при використанні українського обладнання з метою підтримки вітчизняного виробника. Так, у Законі України «Про альтернативні джерела енергії», з урахуванням Закону України «Про внесення змін до деяких законів України щодо удосконалення умов підтримки виробництва електричної енергії з альтернативних джерел

енергії», у ст. 92 зазначаються надбавки до «зеленого» тарифу, аукціонної ціни за дотримання рівня використання обладнання українського виробництва [2, 3].

Наразі стрімко розвиваються різні проєктні рішення, спрямовані на підвищення сталості та енергоефективності виробничих процесів. Наприклад, відбувається встановлення сонячних панелей, розглядаються проєкти щодо встановлення вітрових турбін, що відноситься до перших кроків в напрямку зеленої енергетики підприємств добувної галузі. Для підвищення сталості виробничих процесів і зменшення їх залежності від поточної несталої енергетичної ситуації в країні, все більшого поширення набуває впровадження когенераційних установок. Останні можуть працювати у незалежному режимі, без підключення до мережі та в інтеграції з електромережою. Додатково виробляється тепло, яке можна використовувати для підігріву води, або опалення, або в інших виробничих процесах.

Когенераційна установка може працювати на різних видах газоподібного палива: природного газу, біогазу, газу стічних вод, шахтного і звалищного газу тощо. Наприклад, нині майже 55% діючого парку газових двигунів INNIO Jenbacher у Європі працюють на біогазі або біометані. В Україні цей показник ще вищий – 86% [4]. Наприклад в Україні розташовано великий біогазовий комплекс із 18 когенераційними установками загальною потужністю 26,1 МВт. За даними [4] когенерація в Україні забезпечує економію коштів на енергоресурси до 40% порівняно з купівлею електроенергії із загальної енергомережі.

Когенерація наразі розглядається як перспективний напрямок підвищення енергоефективності діяльності підприємств, що разом з поєднанням впровадження альтернативних джерел енергії підкреслює сталий розвиток виробництва в сучасних нестабільних реаліях, а також для зниження впливу на довкілля та посилити роботу по досягненню кліматичної нейтральності.


Подібний підхід можна розглядати як баланс між підвищенням надійності виробництва та підвищення енергоефективності. Це корелює з сьомою ціллю сталого розвитку ООН відповідно до «Порядку денного 2030», а саме – доступна та чиста енергія: забезпечення доступу до недорогих, надійних, сталих і сучасних джерел енергії для всіх [5]. Така складова сталого розвитку компаній, як правило, враховується і під час рейтингування за ESG (Environmental, Social, Governance).

ЛІТЕРАТУРА

1. Шварц Д. Уряд України доручив до кінця 2025 року встановити сонячні панелі з установками зберігання енергії в адмінбудівлях, школах та лікарнях. Новини від 09.08.2024. Deutsche Welle : веб-сайт. URL: <https://www.dw.com/uk/urad-ukraini-doruciv-skolam-adminbudivlam-ta-likarnam-vstanovluvat-sonacni-paneli/a-69901362> (дата звернення: 20.10.2025).

2. Закону України «Про внесення змін до деяких законів України щодо відновлення та "зеленої" трансформації енергетичної системи України». Верховна Рада України: офіційний веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3220-20#Text> (дата звернення: 20.10.2025).

3. Закон України «Про альтернативні джерела енергії». Верховна Рада України: офіційний веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15#Text> (дата звернення: 20.10.2025).

4. Когенерація. KTS Engineering: веб-сайт. URL: Когенерація | Когенераційні установки Отримання електроенергії шляхом когенерації  KTS Engineering® (дата звернення: 20.10.2025).

5. 17 Цілей сталого розвитку. Global Compact Network Ukraine: веб-сайт. URL: <https://globalcompact.org.ua/tsili-stijkogo-rozvytku/> (дата звернення: 20.10.2025).

УДК 504.064:662.9

ОПЕРАТИВНЕ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЛЮДСЬКИХ ПОМЕШКАНЬ З АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ У НАДЗВИЧАЦНИХ СИТУАЦІЯХ

Аміров М. Г, аспірант,

Колесник В. Е., д-р. техн. наук, проф.

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

Надзвичайні ситуації (далі НС), як природного, так і техногенного характеру, в тому числі в результаті бойових дій, часто призводять до припинення або зменшення енергозабезпечення людських помешкань у багатоповерхових або індивідуальних будинках. Відбуваються також пошкодження основних огорожувальних конструкцій будинків: стін, вікон, дверей, дахів, що веде до втрати тепла. В сукупності, наведені чинники знижують рівень екологічної безпеки жилих територій. Отже, на час ліквідації наслідків таких ситуацій та можливо й на більший термін, стає актуальною задача оперативного енергозабезпечення помешкань, особливо в холодні пори року. Вирішення цієї задачі пропонується на основі технологій електропостачання помешкань з використанням альтернативних мобільних джерел енергії. При цьому аналізувалися та враховувалися наступні аспекти.

1. Для НС не існує норм енергоспоживання. Проте існують норми планового або аварійного відновлення енергопостачання: електроенергії – 4...6 годин, а опалення – 12 годин, раз на місяць [1] Держенергонагляд під час НС рекомендує дотримуватися принципу забезпечення життєво важливих потреб населення. При цьому ощадність та раціональне використання енергії є ключовими. Тим не менш, варто визначитися з існуючими соціальними нормами енергоспоживання [2], які слугуватимуть орієнтирами під час обґрунтованого вибору альтернативного мобільного обладнання для оперативного електропостачання й обігріву жилих приміщень, особливо в опалювальному сезоні. Для цього скористаємося ощадним соціальним

нормативом споживання електроенергії у приміщеннях без електричних плит, за наявності постачання холодної води та відсутності центрального опалення, який встановлено на рівні 100 кВт·годин на місяць на сім'ю з однієї особи та додатково 30 кВт·годин на кожного члена сім'ї, але не більше 250 кВт·годин [2]. В перерахунку на термін допустимої відсутності опалення (12 годин, тобто пів доби) отримаємо мінімальну і максимальну норму електроспоживання в умовах НС, враховуючи, що пів доби = 43200 с, а місяць в середньому містить 61 одиницю по пів доби. В результаті, мінімум електроспоживання складе – $100/61=1,639$ кВт·годин, а максимум – $250/61 = 4,098$ кВт·годин, тобто діапазон енергоспоживання в НС складе: $1,639...4,098$ кВт·годин або $5,897...14,75$ МДж.

2. Очевидно, що побутові прилади мають різні, але відносно співставні потужності [1]. Так, масляний або повітряний обігрівач – $1,2...2$ кВт, мікрохвильова піч – $0,6...1,5$ кВт, електрочайник – $2,2...2,4$ кВт, а двокамерний холодильник – $0,3...0,9$ кВт. Сучасні енергозберігаючі освітлювальні прилади мають найменші потужності (орієнтовно $0,005...0,04$ кВт). Отже, як альтернативне мобільне джерело електроенергії для помешкань у разі НС пропонується, як приклад, бензогенератор марки WEN 56125i або акумуляторна батарея Jackery Explorer 1000 (Рис. 1).



а)



б)

WEN 56125i

- Ном./пік потужність: 1000/1250 Вт
- Тип: інверторний бензогенератор
- Паливо/бак: бензин, 0.7 гал (~2.65 л)
- Рівень шуму: 51 дБ при ¼ навант. (6.7 м)
- Вага: ≈14 кг
- Час роботи: >5 год при ½ навант.

Jackery Explorer 1000

- Ємність акумулятора: 1002 Вт·год (NMC)
- Ном./пік вихід АС: 1000 / 2000 Вт
- Сонячний вхід: до 200 Вт
- Час зарядки: ≈7 год від мережі
- Вага: ≈10 кг

а) –бензогенератор (інвертор); б) – акумуляторна батарея з сонячним входом

Рисунок 1 – Альтернативні мобільні джерела електропостачання

Як бачимо, у бензогенератора (рис. 1а) номінальна/пікова потужність складає 1000/1250 Вт, а час роботи в режимі ½ номінального навантаження сягає 5 годин. Отже такий генератор на одній заправці паливом за 5 годин (2160 с) здатний в указаному режимі виробити: $500 \text{ Вт} \cdot 2160 \text{ с} = 10,8$ МДж або $3,0$ кВт·години, що вкладається у визначеної вище діапазон соціальної норми електроспоживання $1,639...4,098$ кВт·годин та відповідає потужності побутової техніки при розподіленому в часі користування нею. За прийнятий нами в умовах НС термін 12 годин бензогенератор здатний виробити: $500 \text{ Вт} \cdot 43200 \text{ с} = 21,5$ МДж ($5,972$ кВт·годин), що навіть на 46 % більше визначеної вище максимальної соціальної норми $4,098$ кВт·годин. Отже

матимемо майже 50% резервної електроенергії, проте треба запасатись додатковим паливом.

Акумуляторна батарея (рис. 1б) має схожі параметри та може заряджатися або від мережі змінного струму, або від сонячної фотоелектричної батареї, тобто виглядає більш мобільною, але потребує діючої електричної мережі та сонячного світла, ще не завжди можливо забезпечити в умовах НС.

ЛІТЕРАТУРА

1. Урядовий портал. Держенергонагляд. Державна інспекція енергетичного нагляду. URL: www.rnu.gov.ua.

2. Постанова Кабміну від 6 серпня 2014 р. № 409 «Про встановлення державних соціальних стандартів у сфері житлово-комунального обслуговування». URL: www.rnu.gov.ua.

УДК 620.9:662.63(477.43)

ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ АГРОБІОМАСИ У ХМЕЛЬНИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

Єфремова О. О., канд. техн. наук, доц.

Муха А. І., магістр

Хмельницький національний університет

Зростання енергетичних потреб та обмеженість традиційних паливно-енергетичних ресурсів зумовлюють необхідність пошуку альтернативних джерел енергії. В умовах енергетичної кризи, кліматичних змін та зобов'язань України щодо скорочення викидів парникових газів важливого значення набуває розвиток біоенергетики. Залучення (нетрадиційних або альтернативних) джерел енергії до процесу формування необхідного рівня енергетичної безпеки України є об'єктивним і необхідним як з економічної, так із екологічної точки зору. Найважливішу роль серед цих видів джерел енергії в умовах України на найближчу перспективу може відіграти агробіомаса. Використання агробіомаси (побічної продукції сільськогосподарського виробництва, рослинних залишків і спеціально вирощених енергетичних культур) створює передумови для підвищення енергетичної незалежності регіонів та формування замкнутого циклу використання ресурсів у сільському господарстві. Хмельницька область, маючи значний аграрний потенціал, є перспективним регіоном для розвитку біоенергетики.

Для умов розвитку сільського та лісового господарства Хмельницької області основними складовими енергетичного потенціалу ми обрали: солому зернових (в т.ч. соломі ріпаку), відходи виробництва кукурудзи на зерно, відходи виробництва соняшника, цукровий буряк, лушпиння соняшника,

деревну біомасу, енергетичну культуру – міскантус, ріпак (на виробництво біодизеля), кукурудзу (для виробництва біогазу).

Оскільки Хмельницька область належить до лісостепової природно-кліматичної зони, то на її території доцільно вирощувати такі енергетичні культури як: тополя, верба, вільха, міскантус. В якості енергокультури обрали міскантус, який має найвищу врожайність.

За розрахунками для умов Хмельницької області енергетичний потенціал вирощування: міскантусу становить 260,1 тис. т у. п.; ріпаку на біодизель – 21,65 тис. т у. п.; кукурудзи на виробництво біогазу – 29,14 тис. т у. п. Загальний економічно доцільний потенціал енергокультур та фітомаси Хмельницької області становить 2596,84 тис. т у. п. відповідно. Найбільшу частку для використання в якості біопалива мають відходи зернових, в тому числі солома ріпаку – 39,52 % від загального потенціалу біомаси в області. Друге місце займають відходи кукурудзи 30,35 %. Третє місце посідають відходи соняшника (стебел та лушпиння), 16,21 % від загального потенціалу біомаси в області.

Вирощування енергетичних культур, таких як ріпак, міскантус, кукурудза з метою їх подальшого використання для отримання біопалива знаходиться наразі тільки в перспективі. Але, враховуючи значні площі вільних земель, частка потенційного біопалива із зазначених культур в загальному потенціалі біомаси складе 12 % для умов Хмельницької області. При цьому частка міскантусу (як найвигіднішої енергокультури) складе 10,02 %.

Таким чином можна дійти висновку, що наявного економічного потенціалу енергокультур та фітомаси Хмельницької області достатньо, щоб замінити споживання природного газу на місцеві види палива в системах опалення житлових, виробничих, адміністративних будинків та об'єктах соціальної інфраструктури. Крім того, енергокультури мають ряд переваг, які за сучасних умов можуть стати ключовими, особливо для територій України, які зазнали значного пошкодження внаслідок війни. Основні з них – розвиток економіки, зниження викидів парникових газів, відтворення родючості ґрунтів.

Отже, регіон має достатні можливості для розвитку біоенергетики, що, в свою чергу, може сприяти зниженню залежності від традиційних енергетичних ресурсів, підвищенню рівня енергетичної безпеки області та сприяти екологічній стабільності та економічному процвітанню регіону за умови системного підходу та належної підтримки з боку держави та інвесторів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Виробництво енергії з біомаси в Україні: технології, розвиток, перспективи / Ін-т технічної теплофізики НАН України; за ред. Г. Гелетуخی. Київ: Академперіодика, 2022. 373 с. URL: http://ittf.kiev.ua/wp-content/uploads/2023/02/block_geletukha_web.pdf (дата звернення: 15.05.2024).

2. Недільська У.І. Особливості вирощування та потенціал урожайності енергетичної культури / У.І. Недільська // Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. № 34, 2021. С. 45 – 51. URL: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2021-1-6> (дата звернення: 16.05.2024).

3. Посівна онлайн 2023/24 / Головний сайт про агробізнес. Latifundist.com. URL: <https://latifundist.com/posevnaya-online-2023>. (дата звернення: 18.05.2024).

4. Григорук І.І. Оцінювання енергетичного потенціалу рослинних відходів сільськогосподарського походження / Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України: зб. наук. пр. 2019. Вип. 6(140). С. 57 – 62.

УДК 504.05

МАЛІ СОНЯЧНІ БАТАРЕЇ НА БАЛКОНАХ БАГАТОКВАРТИРНИХ БУДИНКІВ – ШЛЯХ ДО ЕКОЛОГІЧНОГО МАЙБУТНЬОГО. ПРИКЛАДИ ПІДХОДІВ З ПРАКТИКИ ФРН

*Красуля Б. О., аспірант
Сумський Державний Університет*

Сонячні батареї вже давно зайняли помітну частку на ринку відновлювальної електроенергії. Їх поширення в Україні пов'язане як із спрощенням технологій, так і з послідовною державною політикою у цьому секторі. Наприклад, позитивну роль у розвитку відновлюваної енергетики відіграла програма «ГрінДім», через яку приватні домогосподарства могли отримати часткову компенсацію витрат на встановлення локальних сонячних електростанцій.

Як відомо, сонячні електростанції (СЕС) отримали особливо широке поширення у приватному секторі, оскільки потребують менш складної процедури встановлення. Це стосується батарей потужністю до 30 кВт включно.

Ситуація з встановленням СЕС у багатоквартирних будинках стикається з набагато більшими юридичними обмеженнями. Культура сталого розвитку охоплює також екологічне право, формуючи його та розвиваючи правосвідомість громадян. Тому, на нашу думку, доцільно розглянути приклади впорядкування процесу встановлення СЕС на дахах багатоквартирних будинків у країнах – членах Європейського Союзу. Ця тема є особливо актуальною з огляду на прагнення України до інтеграції в ЄС.

Наразі в Україні для встановлення СЕС у багатоквартирному будинку необхідно виконати три основні умови. По-перше, отримати згоду більшості співвласників на загальних зборах ОСББ. По-друге, витратити час на виготовлення технічної документації, що підтверджує безпечність конструкції. І, нарешті, отримати технічний висновок щодо можливості встановлення сонячних панелей на даху будинку.

Загалом, можна сказати, що чинні норми українського екологічного законодавства, як складової екологічної культури, є відносно простими та

досяжними. Проте залишається багато ніш і юридичних лакун, які досі не врегульовані.

Наприклад, у Німеччині набирає обертів рух за внесення юридичних змін, спрямованих на розширення прав орендарів. Зокрема, після новелізації §554 Цивільного кодексу Німеччини орендарі, як правило, можуть вимагати дозволу на встановлення та експлуатацію сонячної системи, підключеної до мережі, за умови, що це не є необґрунтованим для орендодавця.

В Україні це питання залишається неврегульованим, оскільки на даному етапі регламентуються переважно великі СЕС, монтаж яких неможливий без підготовки відповідної технічної документації.

У ФРН активно впроваджується також система накопичення енергії для операторів балконних електростанцій, що дає змогу збільшити власне споживання. Ті, хто обирає систему накопичення енергії на балконі, прагнуть максимально використовувати сонячну енергію, погоджуючись із тим, що пристрої з накопиченням енергії, підключені до мережі, мають довший термін окупності.

У ФРН проблему підвищення ефективності вирішують шляхом збільшення ліміту на подачу енергії в мережу з 600 Вт до 800 Вт. Проблема полягає в тому, що це значно перевищує базове навантаження більшості домогосподарств. Для односімейного будинку типовим вважається базове навантаження 300 – 400 Вт, тоді як квартири в багатоквартирних будинках мають ще менше базове навантаження. Через це домогосподарство не споживає всю сонячну енергію, вироблену балконною електростанцією. Саме тому актуальним є питання встановлення систем накопичення енергії для балконних СЕС.

Деякі з них можна використовувати для модернізації вже існуючих сонячних систем, підключених до мережі, тоді як інші доступні у вигляді комплектів із фотоелектричними модулями та гібридними інверторами. Однією з переваг систем із накопиченням енергії є можливість масштабування виробництва фотоелектричних модулів [2].

Ці питання ще маловідомі на українському ринку, але їхня актуальність зростає з кожним роком. Вони потребують відповідних рішень як на законодавчому рівні – у вигляді державних пільгових програм на зразок «ГрінДіму», – так і на рівні формування культури використання балконних СЕС.

ЛІТЕРАТУРА

1. Bürgerliches Gesetzbuch (BGB). URL: https://www.gesetze-im-internet.de/bgb/__249.html.
2. Speicher für Steckersolaranlagen. URL: Speicher für Steckersolaranlagen

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В БАГАТОПОВЕРХОВИХ ЖИТЛОВИХ БУДІВЛЯХ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕТРАДИЦІЙНИХ І ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Кривомаз Т. І., д-р. техн. наук, проф.,

Циба А. М., аспірант

Гамоцький Р. О., аспірант

Київський національний університет будівництва і архітектури

Сектор житлового будівництва є одним із найбільших споживачів енергії в Україні, на який припадає близько 33 % загального енергоспоживання [1]. З огляду на євроінтеграційний курс та необхідність реалізації Цілей сталого розвитку ООН, зокрема ЦСР №7 «Доступна та чиста енергія», актуальним стає перехід до енергозберігаючих технологій та використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Особливої актуальності це питання набуло під час війни в умовах підвищених ризиків для централізованого енергопостачання. Крім того, розвиток автономних енергетичних систем у житлових будівлях стає ключовим елементом енергетичної безпеки у зеленій відбудови України.

В Україні діють ДБН В.1.2-11:2021 «Основні вимоги до будівель і споруд. Енергозбереження та енергоефективність», які встановлюють вимоги до теплоізоляції, енергетичного паспорту будівлі та інтеграції ВДЕ. Згідно з цими нормами, нові житлові будівлі мають відповідати класу енергоефективності не нижче «С» [2]. Відповідно до вимог ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель», тепловий опір огорожувальних конструкцій житлових будівель у Київському регіоні має бути не менше $3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ для зовнішніх стін, що забезпечує базовий рівень енергоефективності класу «С». Для досягнення класів «А» та «А+» необхідна інтеграція систем відновлюваної енергетики [3].

Енергозбереження передбачає зменшення енергоспоживання без втрати комфорту проживання. Основні принципи включають раціональне проектування (орієнтація будівлі, теплоізоляція, інсоляція); інтеграцію енергоефективних систем (теплові насоси, рекуператори, автоматизоване управління); використання ВДЕ у якості джерела енергії для опалення, гарячого водопостачання та освітлення. Енергозбереження в житлових будівлях базується на трьох ключових принципах: 1) зменшення теплових втрат через теплоізоляцію, герметизацію, модернізацію огорожувальних конструкцій; 2) оптимізація систем тепlopостачання та вентиляції; 3) використання альтернативних джерел енергії для автономного енергозабезпечення.

Найпоширенішим видом ВДЕ в житловому секторі є сонячна енергетика. Умови інсоляції в більшості регіонів України ($1100\text{--}1400 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2 / \text{рік}$) дозволяють ефективно використовувати фотоелектричні модулі на дахах і фасадах будівель. Для типової будівлі висотою 9 поверхів із даховою площею

600 м² потенційна генерація становить близько 90 МВт·год/рік, що може забезпечити до 25% електроспоживання.

Для середніх швидкостей вітру 4–6 м/с можливе використання мікровітрових турбін потужністю 5–10 кВт для локальної генерації електроенергії. Їх доцільно встановлювати на відкритих ділянках або дахах висотних будинків у поєднанні з акумуляторами. Вентиляційні установки з рекуперацією дозволяють зменшити втрати тепла до 60%.

Використання теплових насосів типу «грунт–вода» або «повітря–вода» дозволяє зменшити споживання природного газу на опалення до 60 %. При цьому коефіцієнт перетворення (COP) становить 3–4, тобто 1 кВт·год електроенергії дає 3–4 кВт·год тепла.

Найбільш ефективною моделлю є гібридна система, яка об'єднує сонячні панелі, тепловий насос і систему зберігання енергії (BESS). Вона забезпечує безперервне живлення будівлі в умовах нестабільного електропостачання.

Економічний ефект досягається за рахунок зменшення витрат на енергоресурси, а покращення впливу на довкілля відбувається за рахунок скорочення викидів CO₂, які для України становлять у середньому 0,275 кг CO₂/кВт·год електроенергії. Інтеграція систем ВДЕ передбачає інвестиції CAPEX у межах 4000–6000 грн/м² для комплексної термомодернізації з відновлюваною генерацією. Орієнтовний термін окупності таких проектів становить 6–9 років, а загальна енергетична незалежність може досягати 60–70 % у теплий період року.

Використання відновлюваних джерел енергії в багатоповерхових будівлях є ключовим напрямом енергозбереження та підвищення енергетичної безпеки України. Інтеграція ВДЕ в багатоповерхові житлові будівлі є перспективним напрямом енергозбереження, що дозволяє зменшити енергоспоживання, покращити комфорт проживання, підвищити рівень екологічної безпеки та знизити залежність від традиційних енергоносіїв. Найефективнішим є комбінований підхід, що поєднує ВДЕ (сонячну та геотермальну енергію) з енергоефективними технологіями. Реалізація таких проектів зменшує викиди CO₂ до 35 %, знижує споживання енергоресурсів на 40 % і скорочує залежність від імпорتنих енергоносіїв. Подальші дослідження мають бути спрямовані на оптимізацію технічних рішень, адаптацію нормативної бази та популяризацію успішних кейсів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Національний план дій з енергоефективності до 2030 року. Київ : Міністерство розвитку громад та територій України, 2021. 84 с. URL: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2021/07/natsionalnyj-plan-dij-z-energoefektyvnosti-do-2030-roku.pdf>

2. Основні вимоги до будівель і споруд. Енергозбереження та енергоефективність: ДБН В.1.2-11:2021. Київ : Мінрегіон України, 2021. 42 с.

3. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель: ДБН В.2.6-31:2021. Київ: Мінрегіон України, 2021. 84 с.

ПРОБЛЕМИ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ НА ОБ'ЄКТАХ І СПОРУДАХ ІЗ НАЯВНІСТЮ СОНЯЧНИХ ДЖЕРЕЛ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

*Неклонський І. М., канд. військ. наук, ст. викладач
Національний університет цивільного захисту України*

В Україні з кожним роком набуває популярності використання сонячних панелей як найбільш надійного джерела альтернативної енергії. При чому це характерно як для промислового виробництва, так і для приватних домогосподарств.

Основою джерела енергії є PV-система – це фотоелектрична система, яка використовує сонячне світло для прямого перетворення його на електричну енергію. Разом з тим, різні компоненти PV-системи є горючими через вміст полімерів, наприклад: плівка для герметизації EVA та полімерний фоновий лист у модулях, полімери в кабелях, трансформатори та інвертори. Так, проведене на замовлення уряду Німеччини дослідження [1] встановило, що система потужністю 9 кВт з 38 стандартними сонячними панелями містить до 60 кг полімерного матеріалу тільки в самих модулях. Полімери мають властивість нагріватися до високих температур. А питому енергію згорання можна порівняти з показниками горючих рідин (PV: 46 МДж/кг > мазут: 43 МДж/кг). Під час пожежі на PV-системі потенційно можуть бути викиди в рідкій, твердій та дисперсній формах. Тому на пожежних, які здійснюють гасіння, додатково можуть діяти небезпечні концентрації металів, таких як свинець, кристалічний кремній і кадмій, або селен у випадку, якщо в системі присутні тонкоплівкові модулі.

Національні дослідження пожеж на об'єктах і спорудах із наявністю альтернативних джерел енергії [2, 3] звернули увагу на особливості їх гасіння на об'єктах і спорудах із використанням сонячних джерел електроенергії. Крім аналізу окремих технічних та безпекових аспектів, які обумовлюють особливості тактичних дій пожежно-рятувальних підрозділів, автори досліджень акцентують увагу на тому, що рівень нормативно-правового регулювання питань гасіння пожеж на таких об'єктах не відповідає сучасним вимогам. Подальші дослідження технологій виконання пожежно-рятувальних робіт під час гасіння пожеж на об'єктах і спорудах із наявністю альтернативних джерел енергії в Україні завершилися розробленням Методичних рекомендації [4], які, у тому числі, деталізують певні особливості гасіння пожеж на об'єктах і спорудах із використанням сонячних джерел вироблення електроенергії.

Аналізуючи результати вказаних досліджень та вимоги керівних документів з організації пожежогасіння, у тому числі і рекомендацій [4], доцільно акцентувати увагу на системних проблемних питаннях, які додатково потребують вирішення пожежно-рятувальним підрозділам під час гасіння пожеж на об'єктах і спорудах із наявністю сонячних джерел електроенергії.

По-перше. Сонячні елементи генерують електрику, доки до них надходить сонячне проміння. Ця особливість, яка відрізняє їх від традиційних джерел напруги, вимагає особливих заходів електробезпеки під час проведення гасіння. Відключення будівлі чи споруди, оснащеної сонячною електростанцією, від зовнішньої мережі живлення, не призводить до автоматичного її знеструмлення.

По-друге, необхідно враховувати, що на відміну від промислових для електричних станцій домогосподарств норм стосовно розміщення елементів сонячної електростанції не існує, немає схеми розміщення високовольтного обладнання, акумуляторів, інвертора, маркування кабельних ліній тощо. Це питання потребує нормативного врегулювання.

По-третє, додаткова вага системи сонячних панелей, які встановлені на даху будівлі, може призвести до більш швидкого обвалу покрівлі на палаючій конструкції.

По-четверте, значно обмежена робоча зона для гасіння пожежі на покрівлі, що впливає на безпеку пересування, створення отворів для проведення тактичної вентиляції і проникнення всередину.

По-п'яте, існує небезпека сильного задимлення з утворенням токсичних продуктів горіння, яка підсилюється небезпечними концентраціями металів. Це обумовлює застосування пожежними засобів захисту органів дихання перебуваючи біля палаючих панелей навіть на відкритому просторі (дах будівлі, відкрита ділянка тощо)

Крім того, вимагає зваженого підходу питання щодо утилізації сміття з пошкодженої ділянки PV-системи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Assessing Fire Risks in Photovoltaic Systems and Developing Safety Concepts for Risk Minimization: Guideline / TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH. Denver: Office of Energy Efficiency and Renewable Energy. 2018. 303 p. URL:https://www.energy.gov/sites/prod/files/2018/10/f56/PV%20Fire%20Safety%20Fire%20Guideline_Translation_V04%2020180614_FINAL.pdf.

2. Скоробагатько Т. М., Борисов А. В., Іллюченко П. О., Пруський А. В. Дівізіюк М. М. Гудович О. Д. Питання безпечного гасіння пожеж на об'єктах з наявністю сонячних електростанцій. Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека. 2021. № 2 (12). С. 82 – 91. DOI: <https://doi.org/10.33269/nvcz.2021.2.82-91>.

3. Кодрик А., Борисов А., Тітенко О., Іллюченко П. Особливості гасіння пожеж на об'єктах і спорудах із наявністю альтернативних джерел енергії. Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека. 2023. 1(15). 128 – 140. DOI: [10.33269/nvcz.2023.1\(15\).128 – 140](https://doi.org/10.33269/nvcz.2023.1(15).128-140)

4. Методичні рекомендації щодо порядку дій пожежно-рятувальних підрозділів під час гасіння пожеж на об'єктах і спорудах із наявністю альтернативних джерел енергії. Київ: ІДУ НД ЦЗ, 2024. 18 с. URL: <https://indcz.dsns.gov.ua/upload/2/1/3/8/2/6/1/projekt-rekomendacii-2024-ostatocno.pdf> (дата звернення: 20.10.2025).

ВОДОРОСТІ ЯК ПРИРОДНІ ОЧИСНИКИ ВОДИ І ПОВІТРЯ ТА ДЖЕРЕЛО БІОПАЛИВА

Ревенко С. І., учениця,

Колісник Н. М., вчитель біології

Харківський ліцей № 11 імені Данила Дідика Харківської міської ради

Льїнський О. В., канд. біолог. наук, доц.

Національного університету цивільного захисту України

Серед багатьох глобальних екологічних проблем забруднення атмосферного повітря та водойм, основним джерелом якого є діяльність людини, і натепер залишається актуальною у всьому світі. Не менш актуальною є проблема пошуку джерел енергії, що не завдають шкоди навколишньому середовищу.

Забруднення повітря знижує адаптаційні можливості організму і, як наслідок, стійкість до негативних чинників; підвищує рівень захворюваності; негативно впливає на рівень смертності. Близько 20% забруднювачів атмосфери є мутагенами і становлять загрозу здоров'ю не тільки нинішнього, а й наступних поколінь. Одним з головних екологічних наслідків забруднення атмосфери є парниковий ефект – нагрівання нижніх шарів атмосфери і поверхні Землі, пов'язане зі збільшенням вмісту вуглекислого газу в повітрі. За останні 200 років вміст CO₂ в атмосфері зріс майже на 25%, а температура підвищилася на 0,5⁰ С.

А проблема якості води, зокрема в Україні, давно набула загальнонаціональних масштабів: 60% води в країні екологи визнають непридатними для питва. Практично усі водойми наближаються до 4-го і 5-го класів якості, тобто характеризуються як забруднені і брудні. При цьому основним методом очищення було і залишається хлорування, що призводить до утворення небезпечних для здоров'я хлорорганічних сполук. Серед різноманітних методів очищення та відновлення довкілля найбільш ефективними та перспективними, вважаємо, є біологічні, в основі яких лежать процеси самоочищення, що відбуваються в природних умовах. І цю роль можуть відігравати зелені водорості.

Водорості – найбільш недооцінена за своїм значенням частина прісних та морських екосистем. Вони очищують воду від забруднень, поглинаючи надлишок органічних речовин, шкідливі речовини та токсини, що потрапляють у водойми як результат діяльності людини. Це запобігає цвітінню водойм і покращує умови життя водних організмів. Під час фотосинтезу водорості поглинають вуглекислий газ і виділяють кисень, тим самим регулюють кількість цих газів у водоймах та повітрі навколо водойм. У деяких країнах створюють ферми для вирощування водоростей з метою очищення води і повітря [2]. До прикладу, у Тернополі реалізується програма з відновлення

екосистем міських водойм, для очищення яких, пригнічення розвитку синьо-зелених водоростей і збагачення води киснем вносять суспензію хлорели.

Тож водорості можуть стати частиною комплексних рішень для очищення довкілля, поєднуючи природні методи з сучасними технологіями.

Використання водоростей є природним і безпечним методом очищення довкілля, який не потребує хімічних речовин, допомагає знизити рівень вуглекислого газу і покращити якість повітря. Вони швидко ростуть, тому є відновлюваним і доступним ресурсом для очищення води та повітря. Використання водоростей дозволяє одночасно очищувати воду і повітря, що робить цей метод ефективним і екологічним. В Україні водорості можна застосовувати в контрольованих умовах як простий і природний спосіб підтримки здоров'я людей і чистоти довкілля.

Можна сміливо стверджувати: майбутнє за водоростями: водорості – фотосинтезуючі організми, здатні перетворювати сонячне світло в хімічну енергію; виробляють понад 50 % кисню, яким ми дихаємо; є джерелом поживних речовин і можуть використовуватися в харчових цілях; містять багато біологічно активних речовин та є основою для виготовлення ліків; нарешті їх можна використовувати як альтернативне джерело енергії (біопаливо).

Біопаливо – альтернативний вид палива, який отримують в результаті переробки тваринної або рослинної сировини, а також органічних промислових відходів і продуктів життєдіяльності. Альтернативна енергетика розглядає біопаливо як варіант заміни традиційного – вугілля, нафти, природного газу тощо. Біопаливо відноситься до поновлюваних видів енергії, його основна перевага – екологічність, а сучасні методи виробництва дозволяють отримувати такі зразки палива, які за своїми характеристиками і вартістю перевершують традиційні [1].

Залежно від вихідного матеріалу, що використовується для виробництва, біологічне паливо поділяють на кілька поколінь. Біопаливо третього покоління – перспективна технологія, що дозволяє отримувати дешеве біопаливо після переробки водоростей. Водорості – високопродуктивна і одночасно дешева сировина. З одного га водоростей можна отримати у 30 разів більше енергії, ніж з гектара сої [1]. Проблемним є питання відведення площ, на яких буде проводитися вирощування водоростей у промислових масштабах. Проте, крім вирощування водоростей у відкритих ставках існують технології вирощування водоростей в малих біореакторах, розташованих поблизу теплових електростанцій за рахунок використання надлишкового тепла.

Недарма 12 жовтня світова спільнота відзначає Всесвітній день водоростей.

ЛІТЕРАТУРА

1. Біопаливо: види і джерела отримання. Energy.ua: веб-сайт. URL: <https://energy.com.ua/baza-znan/biopalyvo-vydy-dzherela/>.
2. Роль водоростей у природі та житті людини. Dovidka.biz.ua: веб-сайт. URL: <https://dovidka.biz.ua/rol-vodorostei-u-pryrodi-ta-zhytti-liudyny>.

ЗМЕНШЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ ПРИ ПЕРЕКАЧУВАННІ ВЕЛИКИХ ОБ'ЄМІВ ВОДИ ПІД ЧАС НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Стась С. В., канд. техн. наук, доц.

Коліщак В. Р., студентка

Національний університет цивільного захисту України

Під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, пов'язаних із повеннями, підтопленнями або розливами річок, однією з ключових задач є відведення великих об'ємів води з уражених територій. Зазвичай для цього використовуються насоси та пожежні рукави, що створює значне енергетичне навантаження на обладнання. Оскільки перекачування води на великі відстані або з підвищенням у висоту супроводжується втратами енергії на подолання гідравлічного опору, актуальним є пошук рішень, які дозволяють знизити ці втрати без залучення додаткових технічних засобів.

Зменшення енерговитрат при транспортуванні рідин пожежними рукавами може бути досягнуто за рахунок оптимізації гідравлічної схеми подачі води.

Один із ефективних способів – використання рукавів великого діаметра, що суттєво знижує втрати тиску за рахунок зменшення швидкості потоку та, відповідно, гідравлічного опору. Також доцільним є поетапне встановлення проміжних насосних станцій або пожежних мотопомп на довгих ділянках подачі води – це дозволяє розподілити навантаження між агрегатами, зменшити пікові навантаження на один насос і уникнути перевитрат пального або електроенергії. Суттєвий вплив можуть мати чинники ущільнення з'єднань і мінімізація кількості поворотів та переходів у рукавній лінії, що сприяє зменшенню локального опору. Сукупне застосування цих заходів дозволяє підвищити енергоефективність системи подачі води без залучення складних або дорогих технологій.

Одним перспективних рішень зменшення енерговитрат для транспортування рідин є використання мікродоз змочувачів або піноутворювачів, які додаються до перекачуваної води у концентрації до 0,03 % [1]. Ці речовини належать до поверхнево-активних сполук і здатні зменшувати турбулентність потоку, знижувати гідравлічний опір у рукавах та трубопроводах і, як наслідок, зменшувати енерговитрати на перекачування. Експериментально встановлено, що при використанні 0,021 % піноутворювача типу «Барс» та напорі 6 бар досягалося збільшення витрати води на 11,5 %, що свідчить про менше споживання енергії на одиницю об'єму транспортованої рідини [2, 3].

В умовах, коли оперативність і енергоефективність мають критичне значення, зокрема під час роботи автономних насосних станцій у віддалених районах, зменшення енергоспоживання навіть на 10–15 % є суттєвим. Це

дозволяє не лише заощадити паливо чи електроенергію, а й знизити знос обладнання та зменшити викиди парникових газів у разі використання дизельних генераторів.

Особливо перспективним є впровадження таких рішень у системі цивільного захисту, де ресурси часто обмежені, а ефективність роботи залежить від здатності адаптувати наявні технічні засоби до складних умов.

Окрім енергозбереження, застосування мікродоз ПАВ є екологічно прийнятним, оскільки при таких концентраціях вони не становлять загрози для довкілля, швидко розкладаються й не накопичуються у токсичних кількостях. Таким чином, ця технологія поєднує в собі енергоефективність, оперативність і екологічну безпеку, що є критично важливим у випадках масштабних надзвичайних ситуацій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Stas, S., Kolesnikov, D., Bychenko, A., & Borsuk, O. (2025). Establishing the effect of low-percentage doses of foaming agents on increasing fluid consumption at its transportation by fire hoses. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(10 (134), 53 – 61. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.327906>.

2. Stas, S., Bychenko, A., Kolesnikov, D., Myhalenko, O., Pustovit, M., Myhalenko, K., & Horenko, L. (2023). Determining the elongation of T-type pressure fire hoses based on full-scale experiments. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(1 (123), 13 – 20. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.279616>.

3. Yakhno, O., Stas, S., & Gnativ, R. (2015). Taking into account the fluid compressibility at its unsteady flow in pressure pipelines of fire extinguishing systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(7), 75. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.42447>.

УДК 620.911.4

ВИКОРИСТАННЯ ВІТРОВОЇ ЕНЕРГІЇ ЯК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ДЖЕРЕЛА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Чеголя А. В., курсантка,

Демент М. О., канд. пед. наук, доц.,

Національний університет цивільного захисту України

Повномасштабні бойові дії на території України спричинили масштабні руйнування енергетичної інфраструктури, що призвело до дестабілізації енергопостачання, зростання залежності від імпорتنих ресурсів та підвищення енергетичних ризиків. Знищення або пошкодження теплоелектростанцій, об'єктів нафтогазової галузі, ліній електропередач і підстанцій актуалізувало питання переходу до більш стійких та екологічно безпечних джерел енергії. В умовах воєнних викликів саме альтернативна енергетика, зокрема вітрова,

набуває стратегічного значення для забезпечення енергетичної безпеки та незалежності держави.

З кожним роком спостерігається стрімке зростання популярності альтернативних джерел енергії. Це зумовлено декількома ключовими факторами: загострення проблеми глобальних змін клімату, постійне зростання цін на традиційні енергоносії та вичерпність викопних ресурсів. Технологічний прогрес робить альтернативну енергетику все більш доступною та ефективною, а державні програми підтримки та міжнародні зобов'язання щодо скорочення викидів CO₂ створюють сприятливі умови для розвитку цієї галузі. Важливим фактором також є зростаюча екологічна свідомість суспільства та бажання споживачів зменшити свій вуглецевий слід.

Вітрові електростанції (ВЕС) становлять незначну частку в загальній структурі енергетичної системи України, але є екологічно чистим видом генерації, що використовує енергію вітру для виробництва електроенергії. Основні потужності вітрової енергетики зосереджені в південних і західних регіонах – насамперед у Херсонській, Миколаївській, Запорізькій та Одеській областях, а також у гірських районах Карпат.

За даними Інституту відновлюваної енергетики НАН України, саме ці регіони мають найсприятливіші природно-кліматичні умови для використання енергії вітру. Наразі «зелену» електроенергію в Україні виробляють 34 вітрові електростанції. Найбільшими з них є Ботієвська, Приморська, Мирненська, Орлівська, Овер'янівська та Новоазовська ВЕС. Більшість цих об'єктів, зокрема Орлівська, Мирненська та Овер'янівська ВЕС, були введені в експлуатацію у 2019 році, що свідчить про активний розвиток галузі напередодні воєнних дій.

Більшість вітрових електростанцій, що будуються в Україні, переважно великими і забезпечують електроенергією цілі населені пункти. Потужності Овер'янівської ВЕС вистачить, щоб забезпечити електроенергією 44 тисячі домогосподарств, середня потужність нових вітрових турбін, введених в експлуатацію у першій половині 2021 року, складає 3,8 МВт.

Динамічний розвиток вітрової енергетики неможливий без стабільності енергетичної системи, оскільки ефективність генерації електроенергії з відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) залежить від погодних умов. Тому подальший розвиток повинен відбуватися разом з будівництвом систем зберігання та накопичення енергії (energy storage), маневрових потужностей та гібридних ВДЕ електростанцій.

Розвиток вітроенергетики є одним із ключових напрямів енергетичного переходу України до сталої економіки. В умовах відновлення після збройних руйнувань ця галузь може стати потужним драйвером регіонального розвитку, створюючи нові робочі місця, підвищуючи енергетичну незалежність і залучаючи інвестиції. Вітрові електростанції не потребують імпортного палива, а їх експлуатаційні витрати значно нижчі, ніж у традиційних теплових станцій, що дозволяє зменшити собівартість виробленої електроенергії в довгостроковій перспективі.

Крім того, відновлення вітроенергетичних об'єктів у південних та східних регіонах сприятиме диверсифікації енергетичного балансу країни й підвищенню стійкості енергосистеми. У контексті європейської інтеграції Україна має потенціал до нарощування потужностей у межах 10-15 ГВт до 2030 року, що дозволить не лише повністю забезпечити внутрішній попит, а й експортувати «зелену» електроенергію до країн ЄС.

Важливим напрямом розвитку є запровадження державних стимулів для інвесторів, зокрема системи аукціонів на «зелену» електроенергію, податкових пільг та пільгового кредитування проектів відновлюваної енергетики. У поєднанні з програмами міжнародної технічної допомоги це створює умови для швидкої модернізації енергетичної інфраструктури та переходу до низьковуглецевої моделі економічного зростання.

Розвиток вітроенергетики в Україні є не лише кроком до енергетичної незалежності, а й важливим елементом післявоєнного відновлення держави. Використання потенціалу вітрової енергії сприятиме стабілізації енергосистеми, зменшенню викидів парникових газів і формуванню сучасної «зеленої» економіки. За умови державної підтримки, інвестицій та розвитку технологій зберігання енергії Україна може стати одним із регіональних лідерів у сфері відновлюваної енергетики.

ЛІТЕРАТУРА

1. Konechenkov A., Knysh K. Вітрова енергетика України: подальший розвиток сектора на ринкових умовах // *Відновлювана енергетика*. 2021. № 4(67). С. 50 – 59. DOI: 10.36296/1819-8058.2021.4(67).50-59.

2. Ukrainian Wind Energy Association (UWEA). *Ukraine's Wind Power Market Overview 2024*. Київ: UWEA, 2024. URL: <https://uwea.com.ua/en/news/entry/uvea-vipustila-oglyad-vtroenergetichnogo-rinku-2024> (дата звернення: 10.10.2025).

УДК 620.9

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ. РОЗВИТОК НЕТРАДИЦІЙНИХ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Шведов В. О., аспірант

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Основними типами нетрадиційних (поновлюваних) джерел енергії є сонячна, вітрова, гідроенергетика, геотермальна, біоенергетика, а також енергія хвиль, припливів і воднева енергетика. Розвиток потреби в електроенергії призводить до збільшення джерел відновлюваної енергетики та істотного збільшення частки нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії в системі вироблення електроенергії [1].

Згідно [2], ринок електроенергії в усьому світі змінюється завдяки зростаючій інтеграції розподілених енергетичних ресурсів. Питання інтеграції нестабільних джерел енергії в мережу без послаблення надійності системи стоїть на порядку денному в багатьох країнах. Крім збільшення частки відновлюваної енергії в енергобалансі, нестабільність попиту і пропозиції енергії розвинутих країн посилюється розвитком розподіленої генерації та електрифікацією легкового транспорту. На ринку електроенергетики деякі міжнародні енергетичні компанії наразі розробляють проекти, які в майбутньому об'єднають всіх споживачів в одну мережу – децентралізовану систему. По [3] вся світова енергетика: працюватиме із розподіленням між всіма учасниками центром прийняття рішень. За допомогою смарт-контрактів та блокчейн прогнозують спрощення існуючої системи, що складається з виробників електроенергії, операторів розподільчих мереж, операторів-обліковців, постачальника платіжних послуг, трейдерів і самих споживачів. Усі транзакції по отриманню та оплаті енергії планують виконувати в мережі, що об'єднує виробників енергії і споживача. Завдяки цьому буде доступно зменшення ціни енергії та покращено розвиток низьковуглецевої енергетики. Зокрема, від відстеження відновлювальних джерел енергії і до співвідношення типів виробництва й споживання енергії.

Перспективним напрямком в енергозбереженні є впровадження в підході building-to-grid: сонячні панелі або вітрогенератори як архітектурний елемент конструкції, вбудовані накопичувачі, розумні лічильники, системи управління, націлені на сумарну оптимізацію споживання та управління висотних будівель. Одним із можливих напрямів для розвитку долі нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії також є так званій «Інтернет енергії» – тип децентралізованої системи, в якій реалізовано інтелектуальне розподілене управління. Це peer-to-peer електроенергетика, в якій взаємодія між виробниками і споживачами електроенергії, торгівля електроенергією, а також режимне управління енергосистемою здійснюються за рахунок прямих транзакцій між користувачами. Тобто, енергосистема стає мультивекторна, всі учасники енергетичного ринку матимуть функції: постачання електричної енергії, участь в режимному управлінні і підтримці частоти і рівня напруги, надання енергетичного обладнання в «віртуальну» оренду, забезпечення резерву потужності і будь-які інші види послуг, які можуть бути надані в електроенергетиці. Сукупність мікромереж дозволить мінімізувати кількість енергії, втраченої через передачу на далекі відстані. Така енергосистема дозволить додати гнучкості та надійності енергосистеми всім учасникам. Для критичних інфраструктурних систем, що постійно наражаються на негативний вплив інцидентів та їх наслідків, відомо, що [4] вплив може бути одностороннім, або багатостороннім (тобто, синергічні ефекти) і проведення досліджень кількісної оцінки синергетичних ефектів впливу нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії стане важливим компонентом енергетичної безпеки. Україна не може ігнорувати факт світових змін в електроенергетиці й необхідності покращення механізмів енергозбереження, так і пов'язані з цим

виклики і зрушення в розвитку альтернативних джерел енергії. В іншому випадку країна зіткнеться з низкою ризиків, як ризик отримати дорожчу і менш гнучку електроенергетику в порівнянні з іншими індустріально розвиненими країнами, позбутися ряду нових ринків та істотно обмежити розвиток нової (цифрової) індустрії. За даними [5] 2022 року на 8 західних областей, всього функціонувало 24 підстанції, з них 10 підстанцій зазнали ворожих обстрілів від початку повномасштабного вторгнення. Це призвело до збільшення кількості аварійних ситуацій і вплинуло на безпеку роботи споживачів електроенергії. Відповідно впровадження розвитку нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії допоможе зменшити ризики в електроенергетичній мережі.

Проведені дослідження дають підстави для рішення про необхідність збільшення частки альтернативної енергетики та використання прикладів енергозбереження на основі закордонних об'єктів, що мали схожий досвід. Послідовне впровадження таких систем дасть змогу підвищити надійність та зменшити споживання енергії як в період особливого стану так і після. Системне поєднання та впровадження зазначених технологій сприятиме прискоренню темпів відбудови енергетичних мереж й застосуванню інноваційних рішень в енергетиці. Необхідно в подальшому детальніше розглянути вплив альтернативної енергетики безпосередньо на електричні мережі, а також їх пожежну безпеку та безпеку життєдіяльності працівників.

ЛІТЕРАТУРА

1. Коровушкін В. О., Босак А. В. Підвищення надійності електропостачання від нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії [https://doi.org/10.36296/1819-8058.2025.2\(81\).88 – 96](https://doi.org/10.36296/1819-8058.2025.2(81).88-96)
2. Campos do Prado, J., Qiao, W., Qu, L., Agüero J. (2019). The Next-Generation Retail Electricity Market in the Context of Distributed Energy Resources: Vision and Integrating Framework
3. Шведов В., Рудик Ю., Куць В. Порівняльний аналіз проєктів блокчейн-грід електропостачання об'єктів критичної інфраструктури С.296-298 ISBN 978-966-870-8
4. Rehak, D., Markuci, J., Hromada, M., Barcova K. (2016). Quantitative evaluation of the synergistic effects of failures in a critical infrastructure system.
5. Шведов В., Рудик Ю., Куць В. Урахування воєнних ризиків втрат якості електропостачання об'єктів критичної інфраструктури, с. 296 – 298 ISBN 978-966-870-8.

Секція 6. Вплив воєнних дій на стан довкілля та природно-заповідний фонд України

УДК 502.3/.7-044.3+504./75.05:624

ВИЗНАЧЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВІДСТУПІВ ВІД ПРАВИЛ СТРАТЕГІЧНОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ ДЛЯ ПОДОЛАННЯ НАСЛІДКІВ ВОЄННИХ ДІЙ

Аніщенко Л. Я., д-р. техн. наук, доц.,

Пісня Л. А., канд. техн. наук,

Свердлов Б. С., ст. наук. співроб.

Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» (УКРНДІЕП)

Після початку повномасштабної збройної російської агресії проти України виникла нагальна необхідність прийняття швидких і ефективних управлінських рішень із забезпечення оборони держави, ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, відновлення пошкодженої критичної інфраструктури. Виходячи з цієї потреби, Урядом України ухвалено низку постанов, якими введено вимушені тимчасові відступи від правил оцінки впливу на довкілля (ОВД) та стратегічної екологічної оцінки (СЕО) для окремих видів та об'єктів планованої діяльності.

Відступи були систематизовані та узагальнені у Концептуальній записці, складеній Міндовкілля [1]. Їхнє екологічне обґрунтування стало першочерговим завданням наукового супроводу впровадження управлінських рішень у сфері відступів, здійснюваного УКРНДІЕП. Його актуальність обумовлена завданнями пункту 157 затвердженого розпорядженням Кабміну України від 28.03.2025 р. № 300-р Плану заходів з виконання рекомендацій Європейської Комісії [2]. У цьому пункті зокрема йдеться про рекомендацію Комісії щодо необхідності подальшого обмеження режиму винятків із законодавства щодо ОВД та СЕО.

На підставі результатів скринінгу прийнятих законодавчих документів, у яких внормовано відступи від правил ОВД та СЕО, нами запропоновано оцінювати доцільність включення об'єктів та документів державного планування до сфери відступів за такими критеріями, як:

- зосередження на відновленні об'єктів критичної інфраструктури;
- обмежене використання природних ресурсів;
- відсутність масштабних імовірних впливів на довкілля;
- термін реалізації діяльності наблизений до періоду воєнного стану.

Розглянемо застосування цих критеріїв на конкретних прикладах.

Законом України від 09.07.2022 № 2389-IX [3] до документів, що розробляються для відновлення та розвитку регіонів і територій, постраждалих внаслідок збройної агресії проти України, і не підлягають процедурі СЕО, віднесено план відновлення та розвитку регіонів та плани відновлення та розвитку територіальних громад.

У контексті цих документів під відновленням мається на увазі комплекс першочергових організаційних, фінансових та інших заходів, що спрямовуються на прискорене відновлення об'єктів критичної та соціальної інфраструктури, об'єктів житлового та громадського призначення до стану, що дозволяє забезпечити повернення на постраждалі території внутрішньо переміщених осіб та біженців, створення сприятливих умов для діяльності всіх суб'єктів господарювання. Отже, критерій зосередженості на відновленні об'єктів критичної інфраструктури витримується.

Обмеженість цілей плану та їх дії у просторі дає підстави прогнозувати невиснажливе використання природних ресурсів та відсутність масштабних впливів на довкілля, що задовольняє вимоги другого та третього критеріїв. Термін дії зазначених планів закінчується до 31 грудня 2027 р., що задовольняє вимогу останнього критерію.

Таким чином, включення документів державного планування, запроваджених законом [3] до сфери відступів від процедури СЕО можна вважати екологічно обґрунтованим.

Законом України від 12.05.2022 № 2254-IX [4] «Про внесення змін до деяких законів України щодо першочергових заходів реформування сфери містобудівної діяльності» до сфери відступів від правил СЕО включено такі нові види документів державного планування, як Програма комплексного відновлення області та Програма комплексного відновлення території територіальної громади (її частини).

З проведеного аналізу складу та змісту цих програм випливає, що їх реалізація передбачає не тільки короткотермінові відновні заходи, обмежені у часі та просторі, а матиме також значний середньо- та довгостроковий вплив на стан природних ресурсів та вразливі компоненти довкілля, отже, ці програми не задовольняють наведеним вище критеріям і доцільність їх включення до сфери відступів від правил СЕО варто переглянути.

ЛІТЕРАТУРА

1. Концептуальна записка, що визначає сферу відступів від правил оцінки впливу на довкілля (ОВД) та стратегічної екологічної оцінки (СЕО). Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2024/09/Ostatochna-redaktsiya-Kontseptualnoyi-zapysky.pdf>.

2. План заходів з виконання рекомендацій Європейської Комісії, представлених у Звіті про прогрес України в рамках Пакета розширення Європейського Союзу 2024 року. Затверджений розпорядженням Кабінету Міністрів України від 28.03.2025 р. № 300-р. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/file/text/125/f544128n14.docx>.

3. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо засад державної регіональної політики та політики відновлення регіонів і територій: Закон України від 09.07.2022 № 2389-IX // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2389-20#Text>.

4. Про внесення змін до деяких законів України щодо першочергових заходів реформування сфери містобудівної діяльності: Закон України від 12.05.2022 № 2254-IX // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2254-20#Text>.

УДК 502.55:623.4+504.53:631.4

РОЗРОБКА ПРОГНОСТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОЇ ШКОДИ ҐРУНТАМ ТА ПІДЗЕМНИМ ВОДАМ ВІД БОЙОВИХ ДІЙ НА ОСНОВІ ІНТЕНСИВНОСТІ БОЙОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Берешко І. М., канд. техн. наук, доц.,

Гольтман А. В., студент

Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут»

Сучасні методики оцінки шкоди довкіллю від бойових дій в Україні, зокрема офіційна Методика № 309 [1], орієнтовані на фіксацію прямих та видимих наслідків. Вони ефективні для обліку розливів нафтопродуктів, руйнувань та утворення відходів, але мають системні обмеження. Головний недолік – це реактивний підхід, який вимагає польових досліджень або дистанційної верифікації для підтвердження шкоди. Це ускладнює оцінку на небезпечних територіях та не дозволяє прогнозувати довгострокові наслідки.

Особливо це стосується забруднення ґрунтів і підземних вод. Існуючі методи фіксують лише виявлені забруднення, пропускаючи дифузне поширення важких металів з уламків боєприпасів та техніки. Мільйони тонн металів, таких як свинець, мідь та цинк, поступово мігрують у глибші шари ґрунту та водоносні горизонти. Цей процес триватиме десятиліттями, створюючи приховані гарячі точки, які не виявляються супутниками, БПЛА, польовими дослідженнями.

Для вирішення цієї проблеми пропонується додаткова прогностична модель оцінки, яка не залежить від негайних польових досліджень. Її суть полягає у встановленні кореляції між інтенсивністю бойових дій та обсягами потенційних забруднювачів. Модель базується на ретроспективних даних, таких як густина артилерійських ударів, тривалість боїв і кількість знищеної техніки. На основі цих даних із застосуванням геоінформаційних систем створюються карти потенційного забруднення.

Ключовою перевагою цього підходу є те, що він дозволяє оцінити масштаби забруднення та довготермінові ризики ще до отримання доступу на територію. Це дає змогу пріоритизувати заходи майбутньої ремедіації та планувати довгострокове відновлення. Інтеграція цієї моделі в існуючу систему оцінки шкоди дозволить перейти від простого фіксування втрат до управління екологічними ризиками майбутнього.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про затвердження Методики обчислення розміру шкоди, заподіяної довкіллю внаслідок порушення законодавства про охорону навколишнього природного середовища, воєнних дій, збройної агресії, терористичної діяльності, диверсії або надзвичайної ситуації, введеної в дію в установленому порядку: наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 08.04.2022 № 209. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1253-22#Text>.

УДК 504.53.054

ТРАНСФОРМАЦІЯ ЕКОСИСТЕМ ПІД ВПЛИВОМ ВОЄННИХ ДІЙ: СТАН, ЗАГРОЗИ ТА ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИРОДИ УКРАЇНИ

Бриковський А. Г., ст. викладач

Національна академія Державної прикордонної служби України

Екологічні проблеми є одними з найбільш актуальних для людства на сьогодні, оскільки навколишнє середовище потребує постійної уваги і захисту. Війни та збройні конфлікти, як найсерйозніший руйнівний фактор, впливають на всі аспекти природного середовища, а особливо — на природо-заповідний фонд. Україна, з її багатими природними ресурсами і різноманітним біорізноманіттям, опинилася в особливо складних умовах через триваючий військовий конфлікт, який має серйозні наслідки для екосистем і природних територій.

Військові дії в Україні стали значним фактором забруднення довкілля та деградації природних територій. Бойові дії призводять до забруднення води, повітря та ґрунтів через вибухи, пожежі та використання токсичних речовин. Окрім того, багато природоохоронних територій, зокрема на сході та півдні країни, стали місцями бойових дій, що ускладнило їх збереження та науковий моніторинг.

За даними досліджень, значної шкоди зазнали лісові та водно-болотні екосистеми. Знищення чи пошкодження лісових масивів у результаті артилерійських обстрілів і пожеж є однією з найбільших загроз, оскільки ліси відіграють ключову роль у підтриманні екологічного балансу, захисті від ерозії ґрунтів та утриманні водних ресурсів. Природні заповідники також

постраждали від підривів та знищення інфраструктури, що ускладнило реалізацію природоохоронних заходів.

Один із найбільш проблемних аспектів – це забруднення ґрунтів і водних ресурсів, що спричинене використанням бойових хімічних речовин, таких як фосфорні снаряди, і викидами токсичних речовин від військової техніки. Особливу увагу необхідно приділяти збереженню водно-болотних угідь, які є важливими екосистемами для багатьох видів тварин і рослин.

Інноваційні підходи до відновлення природного середовища, зокрема, використання технологій дистанційного зондування Землі для моніторингу довкілля, можуть стати важливим інструментом для оцінки шкоди та здійснення екологічного моніторингу в післявоєнний період. Відновлення лісових екосистем через висадку дерев та очищення територій від вибухових речовин є також необхідними заходами для збереження екологічної стабільності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шашурина Н.Г. Вплив збройних конфліктів на довкілля. *Науковий вісник Ужгородського Національного Університету. Серія право*, 2025. Вип. 88. С. 167 – 171.

УДК 581.524.2:574.4:502.72

РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКА ВІЙНА: ВИКЛИКИ ДЛЯ ДОВКІЛЛЯ

Буракова С. Д., учениця

Колісник Н. М., вчитель,

Харківський ліцею № 11 імені Данила Дідики Харківської міської ради

Ільїнський О. В., канд. біолог. наук, доц.

Національний університет цивільного захисту України

Повномасштабна збройна агресія російської федерації проти України завдала значної екологічної шкоди, перетворивши навколишнє середовище на одну з «тихих жертв» війни. Руйнівні обстріли та бомбардування, масове мінування територій, руйнування промислових та енергетичних об'єктів – усе це створює численні екологічні виклики.

Забруднення атмосферного повітря та транскордонний вплив. Протягом трьох з половиною років великомасштабної агресії зафіксовано забруднюючі викиди в атмосферу, які переміщуються, у тому числі, за межі території України і впливають на екологічну безпеку країн-сусідів. Такі викиди утворюються через згоряння паливно-мастильних матеріалів, вибухові речовини, руйнування об'єктів. Крім того, згідно з повідомленнями, Україні вже завдано збитків довкіллю на суму близько 3,9 трлн грн; знищено понад 2 млн га лісів. Зокрема, за час повномасштабного вторгнення на території

Харківської області вже пошкоджено та знищено понад 42 тисячі об'єктів, а збитки тільки для Харкова оцінюються приблизно в 10 мільярдів євро. І їхня кількість продовжує зростати [1]. Це свідчить про масштабність наслідків не лише для України, але й для регіональної екологічної системи.

Пошкодження земель, ґрунтів і водних ресурсів. Серед усіх екосистем, що зазнають негативного впливу від воєнних дій, найбільше деградують верхні шари ґрунту. На територіях, де ведуться активні бойові дії або були обстріли, порушено структуру ґрунту, зруйновано кореневе живлення рослин, порушено водний режим. До прикладу, в Одеській області зафіксовано засмічення ґрунтів на площі понад 15 995,8 тис кв м. А за даними Державної екологічної інспекції кількість шкідливих речовин у водоймах Харківщини сягає 86 тонн. Військові дії створюють загрозу для водних ресурсів: забруднення річок і водойм важкими металами, нафтопродуктами, вибуховими речовинами [2].

Знищення лісів, порушення природно-заповідного фонду. У регіонах півдня України (до прикладу, Херсонська, Запорізька області) війна призвела до втрат лісового покриву – близько третини лісового фонду держави вже зазнав ушкоджень. Так, площа лісових насаджень Харківщини, що потребують розмінування складає 180,4 тис. га. Крім того, близько 7 тис. га лісових насаджень ще знаходяться на окупованій території Станом на 01.01.2013 р. площа об'єктів природно-заповідного фонду України становила приблизно 3 650,91 тис га. Враховуючи масштаби бойових дій, низка таких об'єктів опинилась під прямим впливом – через мінування, руйнування інфраструктури тощо – на цю територію. Внаслідок бойових дій на сьогодні уражено понад 20 % природоохоронних територій України. Окуповано близько 514 об'єктів природно-заповідного фонду [1], що унеможливує їх охорону та управління.

Біорізноманіття та середовища існування. Шум, вибухи, мінування та розмінування територій призводять до загибелі диких тварин, знищення природних середовищ їхнього існування, порушення міграційних шляхів. Особливо вразливі види, що занесені до Червоної книги України, адже вони вже перебували у критичному стані до початку воєнних дій.

Наслідки для людини і здоров'я громадян. Екологічні проблеми війни – це не лише шкода природі, але і ризики для здоров'я людей: забруднене повітря, вода, ґрунти спричиняють підвищення захворюваності, погіршують умови життя в прифронтових зонах. Це питання виходить за межі екології – воно торкається безпеки громадян, сталого розвитку та соціальної справедливості.

Відновлення екосистем і перспективи. Вчені оцінюють, що відбудова довкілля після повномасштабної війни займе десятиліття. Окрім технічних заходів розмінування, очищення ґрунтів та вод, необхідно інтегрувати природо-орієнтовані підходи в процеси відбудови (наприклад, зелені зони, відновлення екосистем, моніторинг) і враховувати екологічний компонент у «плані зеленого відновлення». Зокрема, питання забруднення лісових земель вибухонебезпечними матеріалами залишається проблемним. Ліси є найбільш складним об'єктом для розмінування. У сфері заповідної справи першочерговим завданням є проведення інвентаризації територій та об'єктів

природно-заповідного фонду за участю фахівців провідних наукових установ України з метою встановлення їх актуальної цінності та розміру збитків.

Підрив греблі Каховського водосховища окупаційними військами, одного з найбільших водосховищ не лише України, а й Європи, вже порівнюється експертами з Чорнобилем. Це найбільша техногенна катастрофа за останні десятиліття [3].

У цьому контексті важливим є питання правового врегулювання, компенсації довкіллевих збитків, моніторингу та участі громадськості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2023 році. Харківська обласна військова (державна) адміністрація. Департамент захисту довкілля та природокористування. URL: https://kharkivoda.gov.ua/content/documents/1285/128411/Attaches/regionalna_dopovid_2023_harkiv.pdf (дата звернення: 19.10.2025).

2. Природа та війна: як військове вторгнення Росії впливає на довкілля України. Екодія. URL: <https://ecoaction.org.ua/pryroda-ta-vijna.html> (дата звернення: 19.10.2025).

3. Губарева В. Підрив Каховської ГЕС. Якими будуть наслідки для довкілля? Ukraine War Environmental Consequences Work Group. 2023. Вип. 14. URL: <https://uwecworkgroup.info/uk/explosion-of-the-kakhovka-hydropower-plant-what-are-the-environmental-consequences>. (дата звернення: 19.10.2025).

УДК 504

РУЙНУВАННЯ ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМ УНАСЛІДОК БОЙОВИХ ДІЙ В УКРАЇНІ

Дідовець Ю. Ю., PhD, викладач,

Степанчук С. О., ст. викладач

Національний університет цивільного захисту України

З початку 2014 р. по теперішній час війна росії проти України спричинила масштабні екологічні наслідки, що призвели до руйнування природних екосистем, втрати біорізноманіття та погіршення стану навколишнього середовища. Воєнні дії спричиняють катастрофічний вплив на всі компоненти довкілля. Під час вибухів відбувається не лише руйнування верхнього шару ґрунту, а й його сильне ущільнення під дією вибухової хвилі та забруднення важкими металами, залишками вибухових речовин і продуктами горіння [1]. Це призводить до зниження водопроникності, погіршення аерації та зменшення активності ґрунтових мікроорганізмів. Ущільнені ділянки втрачають здатність до природного відновлення, що ускладнює ріст рослин і

прискорює ерозійні процеси. Значні площі придатних земель для сільськогосподарських призначень перетворюються на деградовані території, непридатні для їх подальшого ведення. Вода зазнає інтенсивного забруднення токсичними сполуками. Бойові дії та підриви гідротехнічних споруд спричиняють зміни русел річок, підтоплення або, навпаки, пересихання ділянок заплав. Руйнування берегів і водопропускних споруд змінює напрям течії, впливає на швидкість водного потоку, що призводить до втрати природних біотопів і деградації водних екосистем. Такі зміни формують нові техногенні ландшафти, порушують баланс між поверхневими та підземними водами, а в деяких регіонах створюють осередки вторинного засолення ґрунтів. Атмосферне повітря також зазнає впливу у результаті детонації боєприпасів та пожеж викидається чадний газ, оксиди азоту, сірки, діоксини, що спричиняють локальне та регіональне забруднення [2]. Лісові масиви, степи й луки в результаті ведення бойових дій зазнають неповоротних змін, що веде до втрати середовищ існування багатьох видів рослин і тварин, зокрема тих, що занесені до Червоної книги України. Руйнування екосистем унаслідок війни має довготривалий характер і вимагає системного підходу до відновлення довкілля. Серед пріоритетних завдань – проведення розмінування, рекультивації деградованих земель, моніторинг стану ґрунтів і вод, відновлення лісових і степових біотопів. Міжнародна співпраця та залучення наукового потенціалу України є ключовими для подолання наслідків екоциду та збереження природної спадщини держави.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дідовець Ю.Ю. Технологія рекультивації земель місць знешкодження боєприпасів: PhD: 18.183. Черкаси, 2025. 144 с.
2. Guilbaud M. The Environmental Impact of an Explosion. White Paper. Geode, 2020. 43 с.

УДК 613.67, 355.6

ВОЄННИЙ ВПЛИВ НА ПРИРОДНІ ЗАПОВІДНИКИ УКРАЇНИ

Землянський О. М., канд. техн. наук, доц.

Яценко О. А., канд. економ. наук, доц.

Національний університет цивільного захисту України

Війна в Україні завдала і продовжує завдавати значної шкоди навколишньому середовищу. Внаслідок бойових дій у довкілля потрапляє велика кількість шкідливих та токсичних речовин, що спричиняє забруднення та створює серйозну загрозу для життя і здоров'я населення.

Особливої уваги потребує вплив воєнних дій на території природних заповідників, оскільки вони є основою біологічного різноманіття й потребують

спеціального управління та науково обґрунтованого моніторингу навіть у післявоєний період.

Бойові дії, окупація, забруднення територій ВВП та вибухи впливають на структуру та якісний стан території. Аналізи ГС, оцінка стану територій безпосередньо на місцях проведені науковцями, підтверджують руйнування природних ґрунтових горизонтів, порушення послідовності педогенезу та зміну основних властивостей ґрунтів. З огляду на ці результати та геохімічні особливості ландшафтів, виникає нагальна потреба у розробленні національної стратегії відновлення у післявоєнних районах, яка б охоплювала всю екологічну мережу України.

Першочерговим етапом стає система заходів із гуманітарного розмінування та очищення територій і акваторій. Вибір оптимальної технології відновлення ґрунтів потребує урахування комплексу чинників: вартості процесу, наявності та готовності технологічних рішень, екологічного впливу, тривалості реалізації, громадської думки, а також масштабу і вартості відновлювальних робіт. У випадку катастрофічного рівня забруднення доцільно тимчасово зберегти територію, обмеживши або призупинивши її господарське використання. Це, передусім, означає вилучення таких земель із сільськогосподарського обігу та зосередження зусиль на відновленні лісових масивів і меліорації. Доцільно продовжити довгостроковий моніторинг змін стану територій. По-друге, важливо проводити якісні дослідження, щоб глибше зрозуміти масштаби завданої шкоди. По-третє, використання супутникових знімків може надати цінну візуальну та статистичну інформацію щодо просторового поширення пошкоджених ділянок. В умовах продовження воєнних дій постає необхідність зосередження зусиль на вивченні взаємозв'язку між деградацією довкілля та соціальними наслідками (збитками) як складника цивільної безпеки держави.

УДК: [502.17:911.53:355.4]:[528.8+004.9]

АЛГОРИТМ ГЕОПРОСТОРОВОГО МОНІТОРИНГУ ДЛЯ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ВОЄННИХ ДІЙ НА ЛАНДШАФТИ

Іваненко С. Є., наук. співроб.,

Шуліка Б. О., канд. геогр. наук, доц.

Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» (УКРНДІЕП)

В умовах війни, коли традиційний польовий моніторинг є небезпечним або неможливим, дистанційні та геоаналітичні методи стають ключовими для об'єктивної оцінки шкоди довкіллю. Метою даного дослідження є розробка алгоритму геопросторового моніторингу воєнних впливів на ландшафти та

обґрунтування практичного застосування його результатів. Для цього пропонується триетапний алгоритм, що інтегрує дані ДЗЗ та OSINT для ідентифікації, класифікації й валідації пошкоджених територій. Кінцеві геоаналітичні продукти обґрунтовуються як інструмент просторової пріоритетизації заходів з гуманітарного розмінування та відновлення довкілля.



Рисунок 1 – Схема алгоритму геопросторового моніторингу та оцінки впливу воєнних дій на ландшафти

Запропонована схема загального алгоритму геопросторового моніторингу (рис. 1) візуалізує процес, який починається з першого етапу «Збір та підготовка даних», де закладається емпіричний фундамент дослідження, що включає акумуляцію різномірних джерел: супутникових знімків «до» (довоєнний стан) та аналізованих знімків «після» (фіксація наслідків). Цей масив даних доповнюється допоміжними джерелами, такими як дані OSINT та офіційні звіти. Далі, на другому аналітичному етапі, відбувається виявлення змін. Він чітко розділений на три паралельні потоки аналізу, що відповідають ключовим індикаторам змін ландшафту: 1) аналіз руйнування забудови (на основі зміни текстури та структури об'єктів); 2) моніторинг деградації рослинності; 3) виявлення механічних порушень ґрунту [1]. Третій етап є критично важливим для забезпечення достовірності та точності результатів. Отримані на попередньому етапі дані про зміни проходять процедуру класифікації, тобто присвоєння їм відповідних категорій (наприклад, «повністю

зруйновано», «деградована рослинність» тощо). Запропонований підхід передбачає два шляхи валідації: пріоритетний польовий (із застосуванням GPS-вимірювань на місцевості) та камеральний (через перехресну верифікацію з даними OSINT та супутниковими знімками надвисокої роздільної здатності) [2].

Практичне застосування геоаналітичних продуктів реалізується у двох основних напрямках.

Перший – гуманітарне розмінування, адже розроблені карти дозволяють створювати карти щільності ураження. Подальше ГІС-накладання цих карт з шарами критичної інфраструктури та житлової забудови дозволяє провести просторове ранжування територій. Таким чином, ділянки з високою щільністю уражень поблизу інфраструктурних об'єктів отримують найвищий пріоритет, що оптимізує розподіл обмежених ресурсів та прискорює повернення територій до безпечного стану.

Другий напрямок – пріоритезація відновлення довкілля, де геопросторовий аналіз забезпечує точну кількісну оцінку шкоди, що стає основою для формування бюджету на відновлення. Наприклад, карта зруйнованих об'єктів слугує логістичною основою для управління відходами, оптимізуючи маршрути вивезення уламків.

Висновки: Геопросторовий аналіз, базований на запропонованому триетапному алгоритмі (збір даних, виявлення змін, валідація), є ключовим інструментом для об'єктивної оцінки воєнних наслідків. Ідентифікація руйнувань забудови, деградації рослинності та порушень ґрунту дозволяє створювати геоаналітичні продукти для ефективного планування подальших дій. Ці продукти забезпечують просторову пріоритетизацію двох критичних напрямків: оптимізацію гуманітарного розмінування шляхом ранжування територій та ефективне планування відновлення довкілля (бюджетування, логістика відходів, моніторинг забруднень).

ЛІТЕРАТУРА

1. Monitoring Urban Change in Conflict from the Perspective of Optical and SAR Satellites: The Case of Mariupol / Q. Huang, Y. Zhang, M. Pesaresi, M. Scavazon, J. Chen, J. Tian // *Remote Sensing*. 2023. Vol. 15, iss. 12. Art. ID 3096. URL: <https://www.mdpi.com/2072-4292/15/12/3096>.

2. Qin, D., Zhou, X., Zhou, W., Huang, G., Ren, Y., Horan, B., ... & Kito, N. (2018). MSIM: A change detection framework for damage assessment in natural disasters. *Expert Systems with Applications*, 97, 372 – 383. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417417308618>.

ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА СТАН ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ УКРАЇНИ

Клімов О. В., канд. геогр. наук,

Надточій Г. С. ст. наук. співроб.,

Клімов Д. О. наук. співроб.,

Гайдріх І. М. наук. співроб.,

Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» (УКРНДІЕП)

Природно-заповідний фонд України у своєму складі має близько 8,5 тис. територій та об'єктів загальною площею 4 млн. га. В зону вторгнення потрапили 1947 територій та об'єктів загальною площею понад 1,8 млн га у складі 9 адміністративних областей та АР Крим (табл. 1) [1].

Таблиця 1 – Площа територій ПЗФ у межах вторгнення

№	Область	Площа, га	Кількість об'єктів
1.	Київська	307900,02	89
2.	Чернігівська	271280,55	638
3.	Сумська	155622,47	242
4.	Харківська	43948,8	103
5.	Луганська	94200,06	204
6.	Донецька	89389,83	112
7.	Запорізька	160521,55	237
8.	Херсонська	374721,76	84
9.	Миколаївська	58025,71	27
10.	АР Крим	258693,99	211
	Всього	1814304,74	1947

Серед цих територій та об'єктів 36 установ природно-заповідного фонду: 15 Природних заповідників, 3 Біосферні заповідники та 18 Національних природних парків (табл. 2) [1].

Таблиця 2 – Категорії ПЗФ у межах вторгнення

Назва категорії	Кількість
Природні заповідники	15
Біосферні заповідники	3
Національні природні парки	18
Регіональні ландшафтні парки	32
Заповідні урочища	139
Заказники	1036
Пам'ятки природи	576
Ботанічні сади	6
Дендрологічні парки	8
Зоологічні парки	2
Парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва	112
Всього	1947

Дослідження в зоні ведення бойових дій показали присутність 497 територій та об'єктів загальною площею 931161,33 га (табл. 3) [1].

Таблиця 3 – Площа території ПЗФ у зоні бойових дій

№ з/п	Область	Площа, га	Кількість об'єктів
	Київська	299448,12	49
	Чернігівська	51588,43	112
	Сумська	115235,6	54
	Харківська	31309,5	58
	Луганська	24390,04	53
	Донецька	71502,8	29
	Запорізька	24386,5	71
	Херсонська	255808,43	51
	Миколаївська	57491,91	20
Всього		931161,33	497

Серед цих територій: 4 Природних заповідника, 2 Біосферних заповідника та 9 Національних природних парків (табл. 4) [1].

Таблиця 4 – Категорії ПЗФ у зоні бойових дій

Назва категорії	Область									
	Київська	Чернігівська	Сумська	Харківська	Луганська	Донецька	Запорізька	Херсонська	Миколаївська	Всього
Природні заповідники					2	2				4
Біосферні заповідники	1							1		2
Національні природні парки	1			1	1	2		3	1	9
Регіональні ландшафтні парки		1	1	6		1	1		2	12
Заповідні урочища	3	11	4	5	8			9		40
Заказники	28	94	42	40	22	14	62	17	9	328
Пам'ятки природи	14	4	3	6	18	10	8	10	7	80
Парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва	2	2	4		2			11	1	22
Всього	49	112	54	58	53	29	71	51	20	497

Для оцінки впливу військових дій рф на природоохоронні території, необхідно провести польові дослідження стану екосистем, популяцій видів тварин і рослин, що перебувають під загрозою зникнення та середовища їх існування з урахуванням типу екосистем та таксономічної залежності видів флори і фауни цих територій.

Розробити практичні рекомендації для відновлення порушених екосистем.

ЛІТЕРАТУРА

1. Клімов О. В., Надточій Г. С., Клімов Д. О., Гайдріх І. М. Природно-заповідний фонд України в окупації // *Природа в окупації – 10 років російської військової агресії проти докiлля. Перспективи відновлення природоохоронних територій України: збірка матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції* (м. Хмельницький, 28 – 29 березня 2024 р.). К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2024. С. 37 – 39.

УДК 504.064.2: 330.15

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОЇ ШКОДИ ТА ЗБИТКІВ НА ОСНОВІ ДАНИХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ (на прикладі лісових пожеж)

Клочко Т. О., канд. техн. наук, доц.,

Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут»

Коваленко С. Ю., PhD, ст. наук. співроб.,

Брук В. В., канд. техн. наук завідувач лабораторії

Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем»

На сьогодні розроблено та затверджено методики визначення шкоди й збитків [1 – 4], завданих різним компонентам докiлля внаслідок збройної агресії російської федерації проти України. Показники, що використовуються для визначення шкоди та розрахунку збитків, оцінюються за допомогою контактних методів (відбір і фізико-хімічний аналіз проб, контактні вимірювання, метричні вимірювання та інше). Однак, у разі відсутності доступу застосування контактних методів є неможливим. У цьому випадку фіксування екологічної шкоди і вимірювання деяких показників можливо тільки за допомогою дистанційних методів. У методиках [1–4] передбачено можливість використання космічних знімків як вихідних даних, однак відсутні конкретні рекомендації щодо порядку їх застосування. Це зумовлює потребу у створенні методичних рекомендацій із використання матеріалів дистанційного зондування Землі для оцінки змін стану природних компонентів під впливом збройних дій.

Одним із наслідків бойових дій на екологічний стан є лісові пожежі, зокрема такі пожежі спостерігались на території, прилеглої до Печенізького водосховища, яке розташовано в Харківській області та оточене лісами природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення; рекреаційно-оздоровчі ліси; захисні ліси. На правому березі, нижче Старого Салтова, ростуть листяні ліси, а по лівому березі, вище Хотомлі, тягнуться соснові ліси до Куп'янська (рис. 1).



Рисунок 1 – Визначення площі пожежі ділянки лісу за допомогою ресурсу Google Earth. Дата зйомки 02.07.2022р.

Військові дії, що супроводжувалися пошкодженням території від снарядів та техніки, пожежами призвели до знищення лісових екосистем. Фіксуються димові шлейфи пожеж, пошкодження ґрунтового покриву від снарядів, обміління та цвітіння водосховища внаслідок підриву підпорної дамби.

Наведено розрахунок екологічного збитку завданого лісовими пожежами.

Відповідно до методики [3] розміри втрат лісогосподарського виробництва, спричинені обмеженням прав постійних лісокористувачів або погіршенням якості земель розраховується за формулою:

$$P_v = (1 - K) \cdot H_v \cdot P_d, \quad (1)$$

де P_v – розмір втрат лісогосподарського виробництва, тис. грн;

K – коефіцієнт зниження продуктивності угідь визначається з урахуванням показників конкретної ділянки (тераса р. Сіверський Дінець): ступінь зволоження ґрунтів – гігротопи, категорія лісів – 1, група родючості ґрунтів – трофотопи.

H_v – середній розмір втрат з розрахунку на 1 гектар, визначається відповідно до Нормативів втрат лісогосподарського виробництва з урахуванням регіону – Харківська область, призначення лісів – ліси природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення; рекреаційно-оздоровчі ліси; захисні ліси. Таким чином середній розмір втрат з розрахунку на 1 гектар складає 91,9 тис. гривень.

P_d – площа пошкодженої або замінованої ділянки, що визначена за знімком, га. Площа була визначена за допомогою наведеного космічного знімку.

Розрахований розмір втрат лісогосподарського виробництва становить 4 325 тис. грн.

Сьогодні лабораторія проблем формування та регулювання якості вод науково-дослідної установи «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» працює над цим питанням в рамках держбюджетної теми.

ЛІТЕРАТУРА

1. «Методика розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів» Методика від 20.07.2009 № 389, Редакція від 18.11.2022 <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0767-09#Text>.

2. «Методика визначення збитків, заподіяних внаслідок забруднення та/або засмічення вод, самовільного користування водними ресурсами», затверджена наказом Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 21 липня 2022 року № 252 <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show>.

3. «Про затвердження Методики визначення шкоди та збитків, заподіяних лісовому фонду внаслідок збройної агресії Російської Федерації» Методика від 05.10.2022 № 414. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1308-22#Text>.

4. «Методика визначення розміру шкоди завданої землі, ґрунтам внаслідок надзвичайних ситуацій та/або збройної агресії та бойових дій під час дії воєнного стану» від 04.04.2022 № 167 <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show>.

УДК 504

ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВІЙНИ В УКРАЇНІ: ЗАГРОЗА ДОВКІЛЛЮ ТА БІОРІЗНОМАНІТТЮ

Козодой Н. В., ст. викл.

Український державний університет залізничного транспорту

Козодой О. Д., студентка

Харківський національний університет радіоелектроніки

Воєнні дії на території України завдають не лише прямих руйнувань інфраструктурі та природно-заповідному фонду, але й провокують низку вторинних, проте не менш руйнівних екологічних загроз. Ці загрози охоплюють усі компоненти довкілля – від атмосферного повітря до ґрунтів та підземних вод.

Найбільш вразливим до прямого військового впливу виявився природно-заповідний фонд (ПЗФ) України. За підрахунками Української природоохоронної групи, близько 44 % площі установ ПЗФ (це природні та біосферні заповідники, національні парки) опинилися в зоні бойових дій або під тимчасовою окупацією [1].

Не менш руйнівним є техногенне забруднення, спричинене бойовими діями. Внаслідок обстрілів зафіксовано масштабні пожежі на десятках об'єктів: це нафтобази, склади паливно-мастильних та легкозаймистих матеріалів, будівельні гіпермаркети [2]. Горіння тисяч тонн нафтопродуктів, пластику та інших будівельних матеріалів призводить до викидів в атмосферу величезної кількості токсичних речовин: чадного газу, оксидів сірки та азоту, ароматичних сполук, альдегідів. Характерний чорний дим є ознакою викидів мікрочасток сажі – потужного канцерогену.

Окремим фактором руйнації є детонація боеприпасів, що має комплексний вплив. З одного боку, вибухи ракет та снарядів утворюють хімічні сполуки, як-от оксиди сірки та азоту, що призводять до випадання кислотних дощів, які спричиняють хімічні опіки рослин та слизових оболонок. З іншого боку, вони завдають прямого удару по ґрунтах. Токсичні сполуки – від парів ціанистої кислоти до важких металів з уламків – потрапляють у землю, а згодом проникають до ґрунтових вод, включаючись у харчові ланцюги.

Це становить особливу трагедію для українських чорноземів. Більшість боїв точиться саме на цих унікальних родючих ґрунтах, на формування яких природа витратила тисячоліття. Сірка, що осідає в ґрунті після вибуху, у реакції з вологою перетворюється на сірчану кислоту, яка буквально випалює ґрунтову біоту – бактерії та черв'яків, що відповідають за родючість.

Додаткового удару по ґрунтах завдає рух важкої військової техніки. Він призводить до критичних змін ландшафту, механічного руйнування ґрунтового покриву та його ущільнення. Це знижує водопроникність, витісняє кисень, гальмує розвиток рослин, а також супроводжується забрудненням ґрунтів паливно-мастильними матеріалами.

На десятиліття вперед загрозою залишатиметься мінування територій. За даними ООН, заміновано майже третину всієї країни, що ставить під пряму загрозу понад 10 мільйонів українців. На повне очищення цих земель можуть піти десятиліття, і весь цей час вони залишатимуться смертельно небезпечними як для людей, так і для дикої природи.

Наслідки цих дій матимуть і довгостроковий характер. Знищені підприємства хімічної та металургійної промисловості, пошкоджені сховища відходів та очисні споруди міст означають, що надалі забрудники вільно потраплятимуть у повітря, річки та моря.

Таким чином, воєнні дії РФ в Україні – це свідомо стратегія екоциду, що завдає незворотної шкоди не лише довкіллю України, але й створює довгострокові загрози для біорізноманіття та екологічної безпеки всього європейського континенту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кузик А.Д., Товарянський В.І. Вплив воєнних дій на лісові екосистеми України та їх післявоєнне відновлення. Вісник ЛДУБЖД. 2023. № 27. С. 16–22. DOI: 10.32447/20784643.27.2023.02 (дата звернення: 20.10.2025).

2. Війна та екологія: чому природа стає жертвою збройного конфлікту?. Інститут аналітики та адвокації. URL: <https://iaa.org.ua/articles/vijna-ta-ekologiya-chomu-pryroda-staye-zhertvoyu-zbrojnogo-konfliktu/> (дата звернення: 21.10.2025).

УДК 502/504

НАСЛІДКИ МІЛІТАРНОГО ВПЛИВУ НА СТАН ЛАНДШАФТІВ ПРИРОДООХОРОННИХ ОБ'ЄКТІВ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Король О. В., аспірант

Інститут агроекології і природокористування НААН

Військові конфлікти спричиняють не лише руйнування інфраструктурних та соціальних об'єктів, загибель живих організмів, але й зумовлюють знищення цілих екосистем. Об'єкти природно-заповідного фонду (ПЗФ) є надзвичайно вразливими до військових дій, оскільки цінні природні комплекси, що часто є унікальними для конкретних територій, втрачають звичний для них режим охорони під дією цього впливу, змінюються ланцюги живлення, руйнується рельєф, збільшується інвазійний тиск тощо. Окремі руйнівні процеси та наслідки мілітарного впливу зберігаються століттями, унеможливаючи відродження пошкоджених природних ландшафтів.

На півночі Київської області з початком повномасштабного вторгнення під окупацією була значна територія ПЗФ, зокрема такі об'єкти загальнодержавного значення як: Чорнобильський радіаційно-екологічний біосферний заповідник, національний природний парк «Залісся», гідрологічний заказник «Іллінський», ботанічна пам'ятка природи «Урочище Бабка», парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва «Межигір'я», місцевого значення: заказники «Сторожівці», «Зачарована Десна», «Яхнівський», «Березовське», «Оранський», «Прибірський», «Грабовий ліс», «Андріївський» та ін.

За даними Державної екологічної інспекції України станом на початок жовтня 2025 р. збитки завдані територіям ПЗФ Київщини оцінюються у понад 382,8 млн грн., з яких засміченням земель 116,9 млн грн, а внаслідок лісових пожеж – 153 млн грн [1].

У межах національного природного парку «Залісся» зафіксовано значні пошкодження лісових масивів, які виникли внаслідок активних бойових дій, артилерійських обстрілів та техногенного навантаження. У межах природно-заповідного фонду Вишгородського району спостерігається знищення природних оселищ, де мешкали види, занесені до Червоної книги України. Ірпінські ліси, що стали ареною інтенсивних бойових дій у перші місяці повномасштабної війни, зазнали масового забруднення залишками військової техніки, нафтопродуктів і боеприпасів. Крім того, тут було зафіксовано неконтрольовану вирубку лісу, що ще більше поглибило деградаційні процеси [2].

Будівництво фортифікаційних споруд (окопів, насипів, ДОТів), облаштування тимчасових доріг, утворення вирв та кратерів від артобстрілів змінюють мікрорельєф території, знижують водопроникність ґрунтів; знищення дамб та інших гідротехнічних споруд, осушення боліт, затоплення територій порушують гідрологічний режим; бомбардування, вибухи та пожежі спричиняють хімічне забруднення ґрунтів (важкі метали, діоксини, вибухові залишки, продукти горіння), втрату ним корисних властивостей, знищення мікроорганізмів, що підтримують родючість ґрунту. Внаслідок пожеж фіксується термічне ураження та загибель об'єктів рослинного і тваринного світу, змінюється температурний режим території. У ПЗФ подібний вплив також проявляється в довготерміновій ерозії, локальній дефляції, заміні рослинних угруповань на піонерні комплекси та зменшенні буферних функцій екотонів.

До прямих джерел впливу належать також фрагменти боєприпасів, вибухові залишки, свинець і мідь від куль, продукти неповного згоряння пального, а також залишки спеціальних речовин. На відкритих місцевостях свинець накопичується у верхньому шарі ґрунту, підвищуючи ризики трофічного перенесення й вторинного отруєння тварин [3]. Для ПЗФ це означає деградацію оселищ чутливих видів, зниження відтворювальної здатності та довготермінові обмеження для рекреації. Обстріли та вибухи часто спричиняють пожежі в природних екосистемах, що на території ПЗФ руйнує укриття та гніздові біотопи, збільшує інвазійний тиск і змінює баланс вуглецю.

Фрагментація середовищ існування, блокування міграційних коридорів мінними полями та фортифікаційними спорудами посилюють локалізацію популяцій. Крім того, значне забруднення території мінами унеможливує проведення важливих заходів із реінтродукції окремих видів ссавців, а також своєчасне і в повній мірі реагування на пожежі в природних екосистемах.

Небезпечною також є ситуація, що склалася на радіоактивно забруднених територіях Чорнобильського РЕБЗ щодо емісії радіонуклідів з димом. Радіонукліди з димом від пожеж можуть поширюватись на значні відстані і зумовлювати вторинне забруднення територій. Відсутність доступу до замінованих територій та можливості гасіння пожеж порушують виконання бар'єрної функції екосистемами [4].

Дослідження переконливо доводять, що мілітарний вплив нівелює охоронні режими ПЗФ та переводить їх із категорії «номінально захищених» до фактично відкритих систем, де природні ресурси інтенсивно експлуатуються. Крім того, військові дії спричиняють довготривалі геохімічні і морфологічні зміни у структурі ґрунтів природних ландшафтів, втрату біорізноманіття, порушення гідрологічного режиму, деградацію екосистем. Тому важливо посилити протимінну діяльність на територіях ПЗФ Київщини, адресну токсикологічну роботу, розробити відповідні природоорієнтовані рішення та довгострокову програму моніторингу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лист Державної екологічної інспекції України від 30.09.2025 № 4441/3.1/12-25.
2. Державна екологічна інспекція України. Звіт про стан навколишнього природного середовища в Україні за 2022–2024 роки. Київ: ДЕІ, 2024. 112 с.
3. Laidlaw M. A. S., et al. Lead exposure at firing ranges – a review. *Environmental Health*. 2017. Vol. 16. Article 34. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12940-017-0246-0>.
4. Борсук О. Забруднення території Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника вибухонебезпечними предметами та його наслідки. *Чорнобильський науковий хаб*. 2022. №4. С. 12 – 15.

УДК 502.55:504.064.4:519.876.5

МОДЕЛЮВАННЯ НАСЛІДКІВ АВАРІЙ НА ХІМІЧНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТАХ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ГРОМАДЯН

Кочанов Е. О., канд. військ. наук, доц.

Некос А. Н., д-р геогр. наук, проф.

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Безсонний В. Л., д-р техн. наук, доц.

Харківського національного економічного університету імені Семена Кузнеця

Зростання масштабів хімічного виробництва та інтенсифікація перевезень небезпечних речовин створюють дедалі серйозніші ризики виникнення аварійних ситуацій, що можуть супроводжуватися викидом інгаляційно небезпечних токсичних сполук у довкілля. Подібні інциденти здатні призводити до катастрофічних наслідків, включаючи масове ураження населення, довготривалу деградацію екосистем та колосальні економічні втрати. Ця проблема набуває особливої гостроти у зв'язку зі зростанням щільності міської забудови та концентрацією потенційно небезпечних виробництв поблизу житлових територій. На території України до хімічно небезпечних об'єктів (ХНО) належать не лише заводи, але й численні підприємства, що використовують сильнодіючі отруйні речовини (СДОР), такі як холодильні установки чи очисні споруди. Ситуацію значно ускладнює недостатній рівень дотримання правил техногенної безпеки, а також те, що лише 3,6% потенційно небезпечних об'єктів обладнані системами раннього виявлення надзвичайних ситуацій. Це створює нагальну потребу в розробці надійних та оперативних методів прогнозування наслідків таких аварій. Існуючі моделі прогнозування мають низку суттєвих обмежень. Класичні гаусівські схеми розсіювання не здатні адекватно відтворювати вплив складного рельєфу, а високодеталізовані підходи обчислювальної гідродинаміки (CFD), попри свою точність, вимагають значних обчислювальних ресурсів, що робить їх

непридатними для використання в оперативних умовах. Світова наукова спільнота активно шукає вирішення цієї проблеми. Дослідження варіюються від ГІС-інструментів для оптимізації планів евакуації до масштабного аналізу аварій, який виявляє організаційні недоліки систем моніторингу. Навіть масштабні польові експерименти, як-от Jack Rabbit II з контрольованим викидом хлору, показали, що найсучасніші моделі мають труднощі з точним відтворенням пікових концентрацій, що підтверджує актуальність подальшого вдосконалення методів. Залишається гостра потреба у створенні комплексної моделі, яка б поєднувала просторово-часову точність із можливістю негайного використання в системах цивільного захисту.

Для вирішення цієї проблеми була розроблена комплексна формульна модель оцінки хімічної обстановки (ХО), яка базується на системному аналізі фізичних процесів, що супроводжують руйнування ємностей із СДОР. Модель послідовно оцінює ключові показники: просторові (масштаби зараження), тривалості (час загрози) та небезпеки (можливі втрати серед населення). Фундаментальною гіпотезою є розрізнення умов формування первинної та вторинної хмар. Первинна хмара, що утворюється миттєво внаслідок розгерметизації, розглядається як точкове джерело. Її маса залежить від теплоємності рідини, температури та питомої теплоти випару. Вторинна хмара, що формується внаслідок тривалого випаровування з поверхні розлитої речовини, розглядається як безперервне джерело і може становити довготривалу загрозу. Моделювання базується на модифікованих гаусівських рівняннях атмосферної дифузії, адаптованих для приземного шару повітря, що є найбільш актуальним для локальних аварій. Ключовим нововведенням запропонованої моделі є врахування шорсткості підстилаючої поверхні, що дозволяє значно підвищити точність прогнозів. Для цього вводиться стандартний параметр шорсткості z_0 , який є геометричною характеристикою нерівностей рельєфу. Цей параметр дозволяє скоригувати швидкість приземного вітру, оскільки повітряні потоки взаємодіють з поверхнею по-різному. Наприклад, для дуже рівної снігової поверхні значення z_0 мінімальне, тоді як для міської забудови воно сягає 0,9 м. Модель використовує спеціальну формулу для перерахунку середньої швидкості вітру з урахуванням цього параметра, що прямо впливає на розрахунок глибини поширення токсичної хмари. Розрахунки показали, що такий підхід підвищує точність оцінки на 12–18%, що є критично важливим для оперативного прийняття рішень. Ця адаптація до реальних умов місцевості забезпечує значно більш реалістичне прогнозування зони ураження. Розрахунки, проведені для гіпотетичного об'єкта, демонструють масштаби можливої небезпеки. Наприклад, при аварії з викидом 200 тон хлору глибина поширення первинної хмари може сягнути 62 км, а вторинної, що випаровується з часом – вражаючих 133 км. У випадку з 200 тонами аміаку ці показники становлять 18 км та 40 км відповідно. Ці дані підкреслюють, що небезпека, пов'язана з великотоннажним зберіганням хімікатів, може бути в десятки разів більшою, ніж очікується. Математична структура моделі дозволяє її легку алгоритмізацію та інтеграцію в сучасні

інформаційно-аналітичні системи, зокрема в системи підтримки прийняття рішень (СППР). Така інтеграція дозволить службам ДСНС в режимі реального часу прогнозувати зони ураження, ефективно планувати евакуаційні маршрути та визначати пріоритетні заходи для захисту населення. Таким чином, ця робота пропонує не просто теоретичну модель, а практичний інструмент для суттєвого підвищення рівня екологічної та техногенної безпеки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Amelina, L. V., Biliaiev, M. M., Berlov, O. V., Verhun, O. O., & Rusakova, T. I. (2021). Modeling of Environmental Pollution by Ammonia Emission from a Damaged Pipeline. *Science and Transport Progress*, 1(91), 5 – 14. <https://doi.org/10.15802/stp2021/229167>.

УДК: 504

ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ПІД ЧАС АНАЛІЗУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ НАСЛІДКІВ ВОЄННИХ ЗЛОЧИНІВ ПРОТИ ДОВКІЛЛЯ

*Крайнов І. П., д-р. техн. наук, голов. наук. співроб.,
Нурмагомедов Б. В., наук. співроб.,
Кінашенко О. Ю., завідувачка сектору
ННЦ «Інститут судових експертиз ім. Засл. проф. М С. Бокаріуса
Міністерства юстиції України*

Збирання та оброблення інформації про екологічні наслідки війни є складним процесом, адже багато територій залишаються замінованими або тимчасово окупованими. Традиційні методи екологічного моніторингу (польові вимірювання, відбирання проб, лабораторні дослідження) у таких умовах небезпечні або неможливі. Тому *інструменти штучного інтелекту* (далі — *ШІ*) стають ключовими для об'єктивного оцінювання екологічної шкоди довкіллю.

Застосування ШІ дає змогу *автоматично аналізувати великі масиви супутникових зображень, даних дистанційного контролю, що отримано за допомогою безпілотників, сенсорів та з відкритих джерел*. Наприклад, нейронні мережі типу *Convolutional Neural Networks (CNN)* здатні визначати зміни рослинного покриву, кольору води або структури поверхні, які свідчать про забруднення. На основі таких алгоритмів створюються *карти екологічної ситуації*, які дають змогу виявляти найбільш уражені регіони та планувати подальші дії з ліквідації наслідків.

У межах діяльності українських наукових установ та екологічних організацій активно *розробляють цифрові інструменти обліку екологічних порушень*, спричинених війною. Ведеться робота над створенням *єдиної*

системи збирання та верифікації даних, у якій результати супутникового моніторингу, аналіз зображень за допомогою ШІ та повідомлення з відкритих джерел поєднуються з матеріалами польових спостережень і лабораторних досліджень. Такий підхід дає змогу *формувати структуровану інформаційну базу* для подальшого застосування у звітах Міністерства захисту довкілля, судових матеріалах та під час міжнародних переговорів щодо компенсації завданої довкіллю шкоди. Він також створює підґрунтя для розроблення *національного реєстру екологічних злочинів*, що є важливим кроком до відновлення екологічної справедливості [1].

Незважаючи на значні можливості, застосування ШІ у сфері екологічного моніторингу має низку викликів. По-перше, якість отриманих результатів безпосередньо залежить від достовірності вхідних даних. Через бойові дії частина територій України залишається недоступною для збирання проб, а супутникові знімки можуть бути спотворені погодними умовами.

По-друге, *проблемою є стандартизація даних*: різні супутникові системи мають різні формати, спектральні характеристики та роздільну здатність, що ускладнює інтеграцію в єдину базу.

Ще однією суттєвою проблемою є *питання достовірності, прозорості та безпеки даних*, що їх застосовують системи ШІ. Алгоритми ШІ працюють на основі великих масивів інформації, частина якої може бути неповною, застарілою або спотвореною через воєнні дії. Це створює ризик отримання *помилкових висновків*, особливо за автоматизованого визначення масштабів забруднення або площі зруйнованих територій. З огляду на це важливо забезпечити *прозорість алгоритмів*, можливість незалежної верифікації даних і належний рівень кіберзахисту інформаційних систем, що обробляють екологічні відомості. Відсутність цих умов може призвести до втрати довіри до результатів аналітики ШІ та ускладнити процес міжнародного визнання зафіксованих екологічних злочинів [2].

Окрім того, в Україні поки що відсутня *єдина державна методика визначення рівню та обсягів екологічної шкоди* унаслідок воєнних дій. Розроблення такої методики на основі поєднання супутникових даних, аналітики ШІ та експертних оцінок могло б забезпечити прозорість і доказовість результатів під час подання матеріалів до міжнародних судових інституцій.

Перспективний напрям – розвиток *національної екологічної системи моніторингу*, що функціонуватиме на базі відкритих даних і алгоритмів ШІ. Така система дасть змогу в режимі реального часу відстежувати стан довкілля, прогнозувати наслідки техногенних аварій, а також здійснювати довгостроковий контроль за процесами відновлення екосистем у післявоєнний період.

Застосування технологій ШІ для моніторингу екологічних наслідків війни – один із ключових напрямів екологічного відновлення України. Надалі доцільним є розроблення *національної стратегії застосування ШІ в екологічному секторі*, яка передбачатиме технічну інтеграцію, підготовку

фахівців, правове регулювання та міжнародну координацію з організаціями, що займаються питаннями екологічної безпеки. Така стратегія стане важливим елементом «зеленого відновлення» України, сприятиме забезпеченню екологічної справедливості та посиленню доказової бази під час фіксування воєнних злочинів проти природи [3].

ЛІТЕРАТУРА

1. Положення про деякі питання функціонування сервісу фіксації фактів заподіяння шкоди навколишньому природному середовищу внаслідок надзвичайних ситуацій, подій, збройної агресії Російської Федерації «ЕкоЗагроза»: затв. пост. КМУ від 28.07.2023 р. № 783. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/783-2023-%D0%BF#>.
2. Методологічні положення державного статистичного спостереження «Витрати на охорону навколишнього природного середовища»: затв. наказ. Держстату України від 04.12.2023 р. № 322. URL: https://ukrstat.gov.ua/norm_doc/2023/322/322.pdf?utm_source=chatgpt.com.
3. Методичні рекомендації для здійснення оцінки ризиків та вразливості соціально-економічних секторів та природних складових до зміни клімату: затв. наказ. Міндовкілля України. URL: https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/06/386nd1.pdf?utm_source=chatgpt.com.

УДК 504

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ШКОДИ ТА РОЗРАХУНКУ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗБИТКІВ ВОЄННИХ ЗЛОЧИНІВ ПРОТИ ДОВКІЛЛЯ

Крайнов І. П., д-р техн. наук, проф.,

Сабадаш В. В., канд. техн. нау, доц.,

Чернігівський К. В., судовий експерт

Національний науковий центр «Інститут судових експертиз ім. Засл. проф.

М.С. Бокаріуса»

Сьогодні найбільш масштабним, довготривалим та серйозним викликом для України є руйнування природно-техногенних систем, які забезпечують екологічно безпечне існування та життєдіяльність цивільного населення, унаслідок широкомасштабної збройної агресії російської федерації проти України.

Екологічна шкода, якої завдають злочини проти довкілля внаслідок застосування засобів ведення війни, заборонених міжнародним правом, інші порушення законів та звичаїв війни, які можуть бути кваліфіковані як воєнні злочини за ст. 438 Кримінального кодексу України, переважно призводить до екологічних катастроф державного або регіонального масштабу: масового знищення рослинного або тваринного світу, забруднення атмосферного повітря,

водних та земельних ресурсів, які вже можуть бути кваліфіковані за ст. 441 Кримінального кодексу України [1].

Такі події спричиняють тривале та масштабне забруднення водних, земельних та повітряних ресурсів, руйнування природних екосистем, зниження біорізноманіття, а також створюють загрози для здоров'я населення.

Визначення характеру, рівня та обсягів екологічної шкоди, а також проведення розрахунку екологічних збитків є складним і багатокомпонентним процесом, який потребує міждисциплінарного підходу [2]. У цьому процесі зазвичай постають дві ключові проблеми: визначення меж поширення негативних екологічних наслідків; визначення причиново-наслідкових зв'язків між характеристиками екологічної шкоди, вихідними даними для розрахунку екологічних втрат та оцінюванням істотності шкоди на підставі розміру екологічних збитків у грошовому еквіваленті.

Наприклад, у разі екологічного злочину на водному об'єкті (зокрема, унаслідок руйнування греблі або дамби), доцільно визначати вплив у межах відповідного басейну або суббасейну водозбору. Такий підхід дає змогу врахувати природні гідрологічні межі та мінімізувати похибки під час оцінювання масштабу забруднення.

У разі, якщо постраждалим об'єкт розташований на суходолі, має чітко визначене місце розташування та характеристики, межі впливу негативних екологічних наслідків доцільно визначати на основі аналізу звіту з оцінювання впливу на довкілля та висновку уповноваженого органу щодо цього звіту. Це забезпечує обґрунтованість визначення територіальних меж забруднення та дає змогу застосувати єдині підходи до розрахунку екологічних збитків [2].

Отже, об'єктивне визначення меж і причиново-наслідкових зв'язків екологічної шкоди – основа для формування достовірної доказової бази у справах про воєнні злочини проти довкілля та для подальшого розрахунку збитків, необхідних для процесів компенсації й відновлення постраждалих територій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кримінальний кодекс України від 05.04.2001 р. № 2341-III (зі змін. та допов.) URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2341-14#Text>.
2. Порядок визначення шкоди та збитків, завданих Україні внаслідок збройної агресії Російської Федерації : затв. пост. КМУ від 20.03.2022 р. № 326 (зі змін. та допов.) URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/326-2022-%D0%BF#Text>.

ЕКОЛОГІЧНА ШКОДА ВІД ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ ДЛЯ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ ТА БІОРІЗНОМАНІТТЯ УКРАЇНИ

*Лукащук О. І., судовий експерт,
Рівненський НДЕКЦ МВС України*

У сучасних умовах російської збройної агресії на території України гостро постає проблема негативного впливу бойових дій на природні комплекси та природно-заповідний фонд країни.

Наслідки війни проявляються у багатьох аспектах екологічної шкоди і стосуються як живих, так і неживих компонентів екосистем.

Основними формами впливу бойових дій є механічне руйнування рослинності та деревостанів внаслідок вибухів, артилерійських обстрілів і будівництва фортифікаційних споруд, пошкодження ґрунтового покриву, трав'янистої рослинності та підстилки лісів [1].

Важливим аспектом є турбування і загибель тварин, порушення їхніх оселищ та місць розмноження, що негативно впливає на популяції рідкісних і зникаючих видів.

Внаслідок бойових дій також зазнають пошкоджень природоохоронні території, включно з об'єктами культурної та історико-екологічної цінності, а пожежі у лісових та лугових екосистемах ще більше поглиблюють шкоду, спричиняючи ерозію ґрунтів, втрату біорізноманіття та деградацію екосистем.

Найбільш вразливими до бойових дій екосистемами є водні та прибережні комплекси, які чутливі до змін рівня води та механічного витоπτування прибережної рослинності. Болота та торфовища, як особливі перезволожені екосистеми, у разі порушення водного режиму стають вразливими до пересихання і виникнення пожеж, що загрожує їх тривалим відновленням. Лугові екосистеми, що забезпечені вологою і біологічно активними ґрунтами, особливо чутливі до змін ландшафту, які порушують природні цикли розвитку рослин. Степи, які і так в літній період зазнають нестачі вологи, піддаються сильним стресам від бойових дій, оскільки це призводить до виснаження поживних речовин у ґрунті і зниження продуктивності екосистем. Солончаки, характерні для півдня України, вкриті специфічною рослинністю та потребують тривалого часу для відновлення після порушень, особливо при прямому механічному впливі [2].

Природно-заповідний фонд України охоплює різноманітні категорії територій, що поділяються за режимом використання та призначенням [3].

Повністю вилучені із господарської діяльності території, такі як природні заповідники, заповідні урочища та пам'ятки природи, зберігаються у максимально недоторканому стані і є основними об'єктами охорони біорізноманіття та рідкісних видів.

Території з функціональними зонами, що включають біосферні заповідники, національні природні парки та регіональні ландшафтні парки,

виконують подвійну роль: з одного боку – збереження природних ресурсів, з іншого – забезпечення рекреаційної, освітньої та наукової діяльності, включно із впровадженням сталих технологій господарської діяльності.

Території з обмеженим використанням, зокрема заказники, дозволяють зберігати один або декілька природних компонентів у незмінному стані, тоді як створені людиною парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва, дендропарки, ботанічні сади та зоопарки призначені для культурного, наукового, освітнього та пізнавального використання, а також для відтворення, розмноження і збереження видів рослин і тварин [4].

Внаслідок бойових дій можлива різнопланова шкода природно-заповідному фонду, що включає пошкодження дерев, кущів, ліан, саджанців та молоді порослі; загибель тварин, руйнування їхніх колоній та інших оселищ, що вимагає правильної ідентифікації видів; пошкодження об'єктів неживої природи, таких як печери, унікальні рельєфні утворення, скелі та водоспади; проїзд важкої техніки, який додатково руйнує ґрунтовий і трав'яний покрив; інші порушення природних комплексів. Крім того, бойові дії негативно впливають на земельні та водні ресурси територій природно-заповідного фонду [5].

Адекватна фіксація шкоди, заподіяної природоохоронним територіям, не можлива без фахівців з рослин, тварин, а на лісових територіях – також з лісівництва. Для залучення фахівців можна звертатися до адміністрацій природно-заповідного фонду, наукових, академічних установ та громадських природоохоронних організацій.

Особливо важливе значення мають ліси, що виконують природоохоронну, наукову, історико-культурну, захисну та рекреаційно-оздоровчу функцію, серед яких виділяють: ліси природоохоронного та наукового призначення, ліси з унікальними та цінними деревами, протиерозійні, приполонинні, прибережні та байрачні захисні ліси, а також рекреаційно-оздоровчі ліси, що використовуються для туризму, санаторного лікування та відпочинку населення [6].

Бойові дії охоплюють всі природні зони вздовж північно-східного та східного кордонів України, при цьому рельєф, ґрунтовий і рослинний покрив накладають специфічний відбиток на характер шкоди та відновлення довкілля. Ліси, лучно-стєпова рослинність та болота залишаються основними природними комплексами, що зазнають найбільшого впливу бойових дій. Природно-заповідний фонд України зазнає численних форм шкоди, які мають бути вчасно і адекватно оцінені для обґрунтування претензій щодо відшкодування збитків країною-агресором та планування відновлювальних заходів, що сприятимуть відновленню екосистем, збереженню біорізноманіття та підтриманню природних циклів [7].

Отже, виникає необхідність інтеграції сучасних методів оцінки шкоди, моніторингу та наукового супроводу природоохоронних територій для забезпечення збереження біорізноманіття та підтримки екологічної безпеки країни.

ЛІТЕРАТУРА

1. Домарацька О.Є. Еколого-економічні наслідки, спричинені війною в Україні // Екологічний стан навколишнього середовища та раціональне природокористування: матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції. Херсон: ХДАУ, 2023. С. 319–320. URL: https://www.ksau.kherson.ua/files/konferencii/2023/12/mater_eco_new.pdf (дата звернення: 29.09.2025).
2. Ангурець О., Хазан П., Колесникова К., Куш М., Чернохова М., Гавранек М. Наслідки для довкілля війни росії проти України. 2022. URL: <https://cleanair.org.ua/wp-content/uploads/2023/03/cleanair.org.ua-war-damages-ua-version-04-low-res.pdf> (дата звернення: 29.09.2025).
3. Закон України про природно-заповідний фонд України : Закон від 16 червня 1992 р. № 2456-ХІІ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-12#Text> (дата звернення: 29.09.2025).
4. Лісова Н. О. Вплив військових дій в Україні на екологічний стан території // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: географія. 2017. Т. 43, № 2. URL: <http://nzs.tnpu.edu.ua/article/view/157493> (дата звернення: 29.09.2025).
5. WWF-Україна. Вплив війни на природоохоронні території України. URL: <https://wwf.ua/?12163316/The-impact-of-war-on-protected-areas-in-Ukraine> (дата звернення: 29.09.2025).
6. Лісовий кодекс України: Закон від 21 січня 1994 р. № 3852-ХІІ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3852-12> (дата звернення: 29.09.2025).
7. Іванюта С., Якушенко Л. Пріоритети забезпечення екологічної безпеки України в умовах російської воєнної агресії : аналітична доповідь. Київ: НІСД, 2024. 61 с. URL: <https://doi.org/10.53679/NISS-analytrep.2024.11> (дата звернення: 29.09.2025).

УДК 504.062:528.9

ГЕОІНФОРМАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ШКОДИ ВІД БОЙОВИХ ДІЙ ТА ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ У ПАСПОРТИЗАЦІЇ ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК

Міронов І. В.,

Колесник В.Е.,

Бучавий Ю.В.

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

У сучасних умовах збройної агресії особливої актуальності набуває оцінка впливу бойових дій на стан земельних ресурсів. Значні площі сільськогосподарських угідь зазнали руйнувань, забруднення та деградації. Тому виникає потреба у створенні системи моніторингу, яка б забезпечувала

об'єктивну фіксацію таких пошкоджень і дозволяла враховувати їх у структурі паспорту земельної ділянки.

Ефективним інструментом оцінки екологічної шкоди від надзвичайних подій, зокрема військового конфлікту, є геоінформаційні технології. Вони дають змогу визначати масштаби збитків, оцінювати стан ґрунтів, відстежувати зміни та виявляти землі, що потребують відновлення [1]. Геоінформаційні системи (ГІС) та ДЗЗ забезпечують отримання, інтеграцію, аналіз і візуалізацію різноманітних географічних даних на цифрових картах. ГІС поєднують картографічні можливості з базами даних та аналітичними інструментами, що робить її ефективним інструментом для роботи з просторовими даними [2].

Серед сучасних технологій моніторингу ґрунтів особливе місце займають мульти- та гіперспектральні знімки, що дозволяють аналізувати стан ґрунтів та рослинності. Це відповідає загальній тенденції впровадження цифрового картографування ґрунтів (Digital Soil Mapping), яке використовує дистанційне зондування, ГІС та вдосконалені алгоритми прогнозування для створення детальних просторових моделей ґрунтового покриття [3]. Завдяки багат шаровим цифровим картам ГІС фіксують динаміку змін ландшафтів, сприяючи системному аналізу наслідків бойових дій [4]. Отримані дані допомагають не лише оцінити шкоду, а й розробити стратегії її мінімізації та відновлення довкілля. Широке використання зазначених геоінформаційних технологій для прийняття рішень у сфері управління та охорони природних ресурсів передбачене Законом України «Про національну програму інформатизації» і Постановою Кабінету Міністрів України «Про заходи по створенню електронної інформаційної системи «Електронний уряд».

Аналіз супутникових знімків показав, що в зонах активних бойових дій різко зменшилися площі з високими показниками NDVI, змінився рельєф і з'явилися вибухові вирви. Геоінформаційне моделювання дозволило класифікувати землі за рівнем деградації та візуалізувати результати у вебформаті Leaflet для інтерактивного перегляду. Агрохімічний паспорт, який ведеться ІОГУ відповідно до Закону України «Про охорону земель», відображає основні властивості ґрунтів і оновлюється раз на п'ять років. Проте в післявоєнний період цих даних недостатньо для повної оцінки стану земель.

Інтеграція отриманих результатів геоінформаційного аналізу (ГІА) в систему паспортизації земельних ділянок забезпечує необхідну деталізацію та точність для юридичного й екологічного документування. Значимість ГІА на різних етапах паспортизації відображено в табл. 1.

Таблиця 1 – Значимість геоінформаційного аналізу для паспортизації пошкоджених земельних ділянок

Етап паспортизації земельних ділянок	Значимість геоінформаційного аналізу
Фіксація факту шкоди	Створення карт-схем пошкоджень із точними GPS-координатами та прив'язкою до кадастрового номеру для офіційного документування.
Кількісна оцінка збитків	Розрахунок площі та обсягу пошкоджених ґрунтів, необхідний для формування офіційних звітів про збитки та позовів.
Обґрунтування та планування відновлення	Надання детальних 3D-шарів ґрунтових властивостей (до і після пошкодження), що слугує основою для розробки програми рекультивації та кошторисної оцінки її вартості.
Юридичне документування	Інтеграція всіх зібраних геопросторових даних (знімків, карт, розрахунків) у єдиний електронний паспорт земельної ділянки для використання у судових процесах та міжнародній звітності.

Додатково до агрохімічного паспорта доцільно включати просторові показники, отримані за допомогою ГІС-технологій, зокрема результати аналізу NDVI та інших вегетаційних індексів, цифрові моделі рельєфу з виявленням деформацій, карти забруднення паливно-мастильними матеріалами та слідами вибухів, а також зональну класифікацію деградації рослинного покриву.

Таке поєднання дає змогу сформувати комплексний паспорт земельної ділянки з урахуванням екологічно-просторових параметрів, що підвищує достовірність моніторингу й дозволяє ефективно планувати відновлення територій. Запропонований підхід забезпечує створення інтегрованої системи контролю стану земель для визначення пріоритетів розмінування, оцінки збитків та екологічного відновлення.

Результати виконаних досліджень показали ефективність ГІС-технологій у визначенні масштабів пошкоджень, змін землекористування, забруднення ґрунтів і деградації рослинності. На основі проведеного аналізу обґрунтовано необхідність створення цифрового паспорта земельної ділянки з екологічним модулем, який доповнить чинну систему агрохімічної паспортизації просторовими даними ГІС і ДЗЗ. Методика має інноваційний характер і може бути використана для оцінки наслідків бойових дій для земельних ресурсів.

ЛІТЕРАТУРА

1. United Nations Environment Program. (1996, May 17). *Report of the Working Group of Experts on Liability and Compensation for Environmental Damage Arising from Military Activities*. URL: <https://digitallibrary.un.org/record/491458>
2. Хлян, Я. (2009). Практичні аспекти застосування космічних методів у моніторингу навколишнього середовища. *Геодезія, картографія та аерофотознімання: міжвідомчий науково-технічний збірник*, (71), 78 – 80.
3. Hengl T. et al. SoilGrids250m: Global gridded soil information based on machine learning. *PLoS ONE*, 2017, 12(2). URL: <https://lnk.ua/MNjplAreE>.
4. Dutta B. et al. *Soil Mapping Techniques: Remote Sensing and GIS. Latest Trends in Soil Science*, 2025, pp. 85–104. URL: <https://lnk.ua/ANDZg83ex>.

ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА СТАН ДОВКІЛЛЯ В УКРАЇНІ

Поліванов О. Г. PhD, доц.

Національний університет цивільного захисту України

Повномасштабне вторгнення росії в Україну з лютого 2022 року спричинило одну з найбільших екологічних катастроф в Європі, з довгостроковими наслідками для довкілля та біорізноманіття. За даними [1] міжнародних організацій, війна завдала понад 85 млрд євро збитків екосистемам, включаючи забруднення ґрунту, води та повітря, масові пожежі та руйнування заповідних зон. Станом на 2025 рік зафіксовано понад 8000 екологічних злочинів, з яких значна частина стосується природно-заповідного фонду (ПЗФ) – унікальних територій, що охоплюють 7% території України (близько 33 тис. об'єктів). Близько 44 % ПЗФ опинилися в зоні бойових дій, під тимчасовою окупацією або недоступні для моніторингу, що загрожує втраті 18% захисних насаджень і ключових екосистем. Базуючись на звітах Міндовкілля України, ООН, ЄС та NGO можливо сказати що, війна призвела до системного забруднення та деградації екосистем через вибухи, пожежі, мінування та руйнування інфраструктури. Вибухи боєприпасів розкидали важкі метали (свинець, ртуть, миш'як) на площі понад 174 тис. га, забруднивши 30–50% орних земель у східних регіонах. Мінування ускладнює очищення, а ерозія через пожежі (понад 3 млн га спалених лісів) призводить до опустелювання. У 2025 році зафіксовано зростання кислотності ґрунтів на 20–30% у зонах боїв.

Знищення Каховської ГЕС у червні 2023 року спричинило екологічну катастрофу в басейні Дніпра [2]: викид 1,2 млн тонн осаду забруднив Чорне та Азовське моря важкими металами, знищивши 80% рибних запасів у дельті Дніпра. У 2025 році забруднення Азову триває через промислові витоки, з підвищенням рівня солоності на 15% і загибеллю морських екосистем. Підземні води в Харківській та Донецькій областях забруднені нафтою та хімікатами від руйнувань НПЗ.

Пожежі на складах боєприпасів (наприклад, у Кременчуку 2022) викинули 10–15 тис. тонн токсичних речовин, спричинивши смог і підвищення рівня PM_{2.5} на 50% у східних регіонах. У 2025 році війна посилює кліматичні виклики, збільшуючи викиди CO₂ на 25% через руйнування зелених зон.

Втрата 20 – 30% популяцій рідкісних видів (орлан-білохвіст, сон розового) через міграцію та загибель від фрагментації habitatів. Війна порушує природний баланс, змушуючи тварин покидати звичні ареали, що загрожує європейській екологічній безпеці [3].

ПЗФ України (нацпарки, заповідники, заказники) — ключовий елемент біорізноманіття, але війна знищила або пошкодила близько 900 об'єктів (27% від загальної кількості). Станом на 2025 рік площа уражених заповідних

територій зменшилася на 5 – 10% завдяки деокупації, але загроза лишається критичною через мінування та забруднення (таблиця 1).

Таблиця 1 – Вплив та наслідки війни на заповідні зони України.

Регіон/Заповідник	Вплив	Наслідки (2025)
Чорнобильська зона (Київська обл.)	Вибухи, пожежі (2022), мінування.	Знищення 10% лісів, забруднення радіонуклідами; ризик поширення на Європу
Чорноморський біосферний заповідник (Херсонська обл.)	Затоплення від Каховської ГЕС, забруднення.	Загибель 70% водно-болотних угідь, втрата мігруючих птахів (1 млн особин).
Асканія-Нова (Херсонська обл.)	Окупація, артилерійські обстріли.	Пошкодження степових екосистем; 40 % територій міновані.
Дунайські заповідники (Одеська обл.)	Забруднення від промислових витоків.	Зниження біорізноманіття на 25 %; загроза для дельти Дунаю.
Східні регіони (Донецька, Луганська обл.)	Пожежі, мінування заповідників.	Руйнування 18 % захисних лісосмуг; ерозія ґрунтів.

Польові дослідження 2025 року (Львівський брифінг) підтверджують: у зонах деокупації (Харківська обл.) відновлення починається, але в окупованих районах (Крим, Донбас) моніторинг неможливий.

Збитки перевищують 56 – 85 млрд доларів/євро, з втратами для агросектору (зниження врожаю на 20 %) та туризму в заповідниках. Війна впливає на відносини людей з природою [4]. У Київській області 60% опитаних відзначають психологічний стрес від втрати зелених зон. Глобально це загрожує Європі через міграцію забруднювачів і втрату біорізноманіття.

Україна координує відновлення через програми ЄС (Horizon Europe, 1 млрд євро на екологію) та ООН (UNEP). У 2025 році Міндовкілля запустило демінування 500 га ПЗФ і моніторинг дронами.

Війна перетворила природу України на "ще один фронт", з незворотними втратами для поколінь. Відновлення можливе, але вимагає глобальної солідарності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Держекоінспекція України: Збитки докільню від агресії РФ (вересень 2025) Посилання: kyivvlada.com.ua/news/derzhekoinspekciya-porahuvala-zbytky-dovkillyu-zavdani-rosiyeyu-za-chas-povnomasshtabnoyi-vijny/

2. Європейська Комісія (JRC): War worsens climate and environmental challenges in Ukraine (квітень 2025) Посилання: joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/war-worsens-climate-and-environmental-challenges-ukraine-2025-04-11_en

3. Frontiers: War in Ukraine: an overview of environmental impacts (2024) Посилання: frontiersin.org/journals/sustainable-resource-management/articles/10.3389/fsrma.2024.1423444/full

4. PubMed/ScienceDirect: The environment as the first victim: The impacts of the war on the preservation areas in Ukraine (2024) Посилання: pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38878570/; sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479724013859.

ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВІЙНИ: РУЙНУВАННЯ ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ЗАГРОЗИ ДЛЯ НАЦІОНАЛЬНИХ ЗАПОВІДНИКІВ УКРАЇНИ

Полов'ян А. В., курсантка,

Демент М.О., канд. пед. наук, доц.

Національний університет цивільного захисту України

Війна, що триває в Україні, спричинила не лише масштабну гуманітарну та економічну кризу, але й суттєве руйнування природного середовища та створила серйозні загрози для національного природно-заповідного фонду. Бойові дії, обстріли, мінування територій та інші форми військової активності призвели до пошкодження і знищення значних площ природних екосистем, зокрема лісових, степових, водно-болотних та гірських ландшафтів. Втрата рослинного покриву, деградація ґрунтів, забруднення водних ресурсів і повітря стали наслідком воєнних дій, що, у свою чергу, спричинило загибель численних видів флори і фауни, включно з рідкісними та зникаючими.

Під загрозою опинилися десятки національних парків, заповідників та заказників, що становлять основу системи збереження біорізноманіття України. За даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів, бойові дії торкнулися понад третини природоохоронних територій, а близько 20 % із них зазнали значних руйнувань. Зокрема, у зоні активних бойових дій опинилися такі об'єкти, як Азово-Сиваський національний природний парк, Луганський природний заповідник, Національний парк «Святі гори», Чорноморський біосферний заповідник [1].

Екологічні наслідки війни безпосередньо впливають на економіку держави. Знищення лісових масивів і родючих земель зменшує потенціал сільського та лісового господарства, а забруднення водних ресурсів створює додаткові ризики для комунальної інфраструктури. Зростають витрати на відновлення природних систем, очищення територій та забезпечення екологічної безпеки населення. Порушення природної рівноваги в регіонах призводить до зниження рекреаційного потенціалу та можливостей розвитку екотуризму, який до війни формував значну частку доходів у місцевих громадах.

Окремої уваги потребує проблема мінної небезпеки, що охоплює значну частину природоохоронних територій. Розмінування таких ділянок є складним і тривалим процесом, який обмежує можливості проведення природоохоронних робіт і наукових досліджень. Також фіксуються випадки вторинного забруднення екосистем, зокрема накопичення важких металів, токсичних сполук і паливно-мастильних матеріалів у ґрунтах та водоймах.

Стратегії екологічного відновлення України мають ґрунтуватися на системному підході, що передбачає поєднання наукових досліджень,

управлінських рішень та практичних дій на державному і регіональному рівнях. Одним із ключових напрямів є проведення комплексної екологічної оцінки збитків, завданих воєнними діями. Для цього доцільно використовувати сучасні технології – геоінформаційні системи (GIS), дистанційне зондування Землі (ДЗЗ) та екологічне картографування, які дають змогу оперативно визначати масштаби руйнувань, рівень забруднення та пріоритетність відновлювальних заходів [2].

Важливим елементом екологічної політики має стати створення національної програми, яка передбачатиме системну рекультивацію зруйнованих земель, очищення водойм від токсичних речовин, відновлення лісових насаджень та моніторинг стану природоохоронних територій. Особливу увагу необхідно приділити зонам екологічного ризику, де бойові дії призвели до масштабного руйнування природних ландшафтів і деградації екосистем.

Не менш важливим аспектом є залучення міжнародної технічної допомоги. У співпраці з програмами ЄС, Світового банку та іншими організаціями можливе створення спільних екологічних проєктів, спрямованих на оцінку збитків, фінансування природоохоронних заходів і впровадження сучасних технологій екологічного моніторингу.

Розвиток «зеленої» економіки може стати стратегічним напрямом післявоєнного розвитку. Інтеграція принципів сталого природокористування у процес відбудови сприятиме зменшенню екологічного навантаження, створенню нових «зелених» робочих місць і підвищенню енергетичної ефективності. Це передбачає підтримку екологічно орієнтованого бізнесу, стимулювання використання відновлюваних джерел енергії, розвиток переробної промисловості.

Таким чином, війна в Україні спричинила багаторівневі та довготривалі наслідки для довкілля та природно-заповідного фонду. Збереження та відновлення природних територій, охорона біорізноманіття, очищення водних ресурсів та ґрунтів, відновлення лісів і створення екологічних коридорів є ключовими заходами, які дозволять мінімізувати шкоду та забезпечити стале функціонування екосистем після завершення воєнних дій. Лише комплексні дії дозволять Україні зберегти природну спадщину та забезпечити безпечне середовище для людей і природи у майбутньому.

ЛІТЕРАТУРА

1. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Вплив військових дій на довкілля України. 2023. URL: <https://mepr.gov.ua/vijnoy-urazhenno-ponad-20-pryrodoohoronnyh-terytorij-ukrayiny/> (дата звернення: 10.10.2025).
2. United Nations Environment Programme. *The Environmental Impact of the Conflict in Ukraine: A Preliminary Review*. 2022. URL: <https://www.unep.org/resources/report/environmental-impact-conflict-ukraine-preliminary-review> (дата звернення: 10.10.2025).

ЗМІНИ ПРОСТОРОВОЇ СТРУКТУРИ ПОПУЛЯЦІЙ ПТАХІВ У ПРИФРОНТОВИХ РАЙОНАХ

Сакун А. О., PhD, доц.,

Кутковий Д. О., здобувач

Пащенко П.С., здобувач

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Воєнні дії на території України призводять до масштабних змін у природних екосистемах, що відображається на стані популяцій птахів як одного з найбільш чутливих індикаторів екологічної рівноваги. Руйнування ландшафтів, пожежі, шумове навантаження, забруднення ґрунтів та води, знищення лісосмуг і луків – усе це призводить до трансформації середовищ існування, зниження чисельності окремих видів та зміни просторової структури орнітокомплексів. Особливої актуальності набуває дослідження просторових зрушень популяцій у прифронтових районах, де спостерігається поєднання прямих (фізичне знищення біотопів) і непрямих (стресовий фактор, порушення міграційних шляхів) впливів.

Птахи виступають чутливими біоіндикаторами стану екосистем, оскільки швидко реагують на зміни умов існування. У прифронтових регіонах, де зосереджена значна кількість вибухонебезпечних залишків, спостерігається зміна гідрологічного режиму, підвищення шумового фону та рівня забруднення, спостерігається порушення екологічної рівноваги. Внаслідок цього збільшується частка синантропних видів (горобець хатній, голуб сизий, ворона сіра), які здатні пристосовуватись до урбанізованих умов, тоді як кількість спеціалізованих видів, що потребують стабільних природних біотопів, скорочується.

Просторовий аналіз із використанням геоінформаційних систем дозволяє виявити тенденції до фрагментації екосистем, зниження щільності поселень птахів і зміни меж їхніх ареалів. Особливо вразливими є території степової зони та долини великих річок, де бойові дії спричинили знищення рослинного покриву та порушення водно-болотних угідь.

Загалом, зміни просторової структури популяцій птахів у прифронтових районах відображають загальний процес деградації природних екосистем в результаті військової діяльності. Це створює довготривалі ризики для збереження біорізноманіття, відновлення природних процесів та екологічної стійкості території.

Подальші наукові дослідження мають бути спрямовані на створення системи моніторингу стану орнітофауни із застосуванням дистанційного зондування Землі, біоіндикаторного аналізу та екологічного картографування. Такі підходи дадуть змогу об'єктивно оцінити масштаби екологічних втрат і виробити ефективні стратегії відновлення природних комплексів після завершення воєнних дій.

ОСОБЛИВОСТІ ГАСІННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ В УМОВАХ БОЙОВИХ ДІЙ

*Сенчихін Ю. М., канд. техн. наук, проф.,
Махмурян А. С., ст. ННІ пожежної та техногенної безпеки
Національний університет цивільного захисту України*

Через повномасштабну російську агресію в Україні відбулася велика кількість лісових пожеж на півночі, сході та півдні країни. Починаючи з 24 лютого в Україні було охоплено пожежами більше 40 тисяч гектарів територій лісового фонду [1]. Половина цієї площі припадає на Чорнобильський біосферний заповідник.

Величезну кількість пожеж фіксували зокрема у Чорнобильській зоні відчуження. Ця проблема там стоїть особливо гостро, і не через те, що в повітря потрапляють радіонукліди. У лісгосподарствах майже не залишилось пожежної техніки: з п'ятдесяти машин залишилось п'ять-сім. Окрім того, ліси в Чорнобильській зоні заміновані, кожен вибух міни – це потенційно нова пожежа, яка деякий час становиться неконтрольована.

Загалом на Півночі країни заміновано багато лісів. Відомі випадки, коли співробітники лісової галузі та рятувальники підривалися на мінах; через це певні території просто вилучають з господарського обігу.

На Херсонщині спостерігали жахливу ситуацію, де пожежі охопили близько 260 гектарів лісів, через те, що окупанти підпалювали ліси та перешкоджали гасінню. На Харківщині, в Ізюмському районі лісові угіддя практично знищені вогнем внаслідок бойових дій.

Майже 400 гектарів лісу згоріло на півночі Донецької області внаслідок пожежі, яка почалася після обстрілу з боку російських окупаційних військ. Вранці росіяни обстріляли околиці деокупованого міста Лиман. Унаслідок обстрілу виникли п'ять осередків загоряння на території Лиманського лісового господарства. Через сильний поривчастий вітер вогонь розповсюдився у глиб лісових масивів. Піротехнічні розрахунки здійснювали обстеження шляхів під'їзду пожежно-рятувальної техніки та підходів особового складу до осередків займань. За допомогою безпілотників (БпЛА) проводився постійний моніторинг ситуації, було організовано чергування рятувальників поблизу населених пунктів для недопущення розповсюдження пожежі. Для ліквідації загоряння рятувальникам знадобилося понад 10 годин. За цей час вогонь встиг знищити 470 гектарів лісу. До гасіння лісової пожежі залучали 56 осіб особового складу та 13 одиниць техніки. Під час гасіння пожежі на ворожій протитанковій міні підірвався тракторист Лиманського лісгоспу.

Практично усі пожежі, що виникли внаслідок обстрілів супроводжувалися небезпечними чинниками, які визначають обстановку, а саме: швидким поширенням вогню на великих площах; сильним задимленням та інтенсивним тепловим випромінюванням; перебуванням людей у

небезпечних зонах; поширенням вогню на населені пункти, об'єкти критичної інфраструктури що розташовані у лісових масивах і поблизу них, а також можливістю повторних обстрілів учасників гасіння та вибухів вибухонебезпечних предметів (ВНП) на замінованих територіях лісових масивів.

Оперативні дії під час гасіння лісових пожеж, які виникли унаслідок обстрілів або на ділянках, забруднених ВНП, здійснюються з урахуванням, що маршрути пересування і територія на місці пожежі потенційно забруднені ВНП, у тому числі узбіччя доріг з твердим покриттям, ґрунтові дороги, лісозахисні смуги, території поблизу блокпостів і військових позицій (покинутих позицій).

Старша за посадою особа, яка виїжджає на чолі пожежно-рятувального підрозділу, повинна уточнити інформацію про заміновані та забруднені ВНП ділянки місцевості в районі лісової пожежі.

У разі надходження інформації про виїзд пожежно-рятувального підрозділу для гасіння пожежі на потенційно забрудненій ВНП території здійснюється уточнення інформації про мінну небезпеку за допомогою системи управління інформацією з протимінної діяльності, а за необхідності через піротехнічні підрозділи Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту (ОРС ЦЗ), підрозділи вибухо-технічної служби МВС України, Збройних Сил України (ЗСУ) чи місцеві органи виконавчої влади.

Для забезпечення безпечного пересування техніки пожежно-рятувальних підрозділів, за можливості, використовуються дороги з твердим покриттям. Пересування техніки ґрунтовими та лісовими дорогами здійснюється, за необхідності, у супроводі піротехнічних підрозділів з урахуванням оперативної обстановки і небезпеки, пов'язаної з мінами та іншими ВНП. Для гасіння пожеж, за можливості, застосовуються пожежно-рятувальні автомобілі, силовий агрегат яких знаходиться перед кабіною під капотом, як найбільш безпечні для особового складу в разі підриву. Пожежні стволи вводяться з місць, де існує найменша загроза особовому складу від вибухонебезпечних предметів (перевірені ділянки місцевості, дороги з твердим покриттям, щойно прокладені мінералізовані смуги). У разі прийняття рішення щодо гасіння пожежі із застосуванням випалювання рослинності по фронту пожежі, особовий склад після пуску вогню негайно відводиться в безпечне місце. У разі загрози повторних обстрілів невідкладно вживаються заходи щодо відведення та укриття особового складу.

Для моніторингу обстановки, проведення розвідки і оперативних дій по гасінню лісових пожеж та територіях, що зазнали обстрілів бойовими засобами ураження рекомендується застосовувати БпЛА, що в цілому забезпечує безпеку ведення оперативних дій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сенчихін Ю. М. Лісові пожежі під час війни та їх наслідки. Проблеми техногенно-екологічної безпеки в сфері цивільного захисту: Матеріали Всеукраїнської наук.-практ. конф. Х.: НУЦЗУ, 2022. С. 215-217. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/16430>.

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ТРАНСПОРТУВАННЯ НАФТОПРОДУКТІВ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Серікова О. М., д-р техн. наук, доц.

*Національний науковий центр «Інститут судових експертиз ім. Засл. проф.
М.С. Бокаріуса»*

Голота В. В., ад'юнкт

Національний університет цивільного захисту України

Однією з основних проблем транспортування нафтопродуктів у воєнний період є фізичне пошкодження транспортної інфраструктури внаслідок бойових дій. Автомобільні та залізничні шляхи, трубопровідні системи, мости та нафтобази часто стають об'єктами цілеспрямованих атак, що призводить до перебоїв у постачанні та значних матеріальних втрат. Оцінюючи воєнні впливи на інфраструктуру України, встановлено, що було пошкоджено або зруйновано 25000 км автомобільних доріг, 6500 км залізничного покриття, 315 мостів, 19 аеродромів (12 цивільних та 7 подвійного призначення), а також заблоковано всі морські порти [1]. В умовах дефіциту резервних потужностей це створює критичну залежність від обмеженої кількості маршрутів і перевалочних пунктів.

Транспортування нафтопродуктів до України під час воєнного стану здійснюється мультимодальним транспортом, а саме: автомобільним, морським та залізничним видами транспорту. Станом на червень 2023 року наявні 14 прикордонних залізничних станцій, що з'єднують Україну з п'ятьма країнами: Польщею, Словаччиною, Угорщиною, Румунією та Молдовою. Міжнародні залізничні перевантажувальні станції дають змогу перевантажувати нафтопродукти в танкери для подальшого митного оформлення та транспортування до складів для цивільних або військових одержувачів. Відстань транспортного шляху не завжди є вирішальною в питанні безпеки перевезень. На умови транспортування нафтопродуктів також впливає топографія дороги, ландшафт місцевості, де проходять дороги, та рух на дорогах одночасно з іншими транспортними засобами.

Другою важливою проблемою є підвищений рівень ризику аварійних ситуацій під час транспортування небезпечних вантажів. Воєнні дії значно збільшують ймовірність виникнення пожеж, вибухів та витоків нафтопродуктів, що супроводжуються негативними екологічними наслідками. Потрапляння нафтопродуктів у ґрунт, у поверхневі й підземні води призводить до довготривалого забруднення екосистем і створює загрозу життю та здоров'ю населення. У зв'язку з цим актуальним є впровадження сучасних технологій моніторингу та прогнозування ризиків, що дасть змогу мінімізувати негативний вплив на довкілля [2, 3].

Не менш суттєвим чинником є зростання вартості транспортування. Логістичні компанії змушені розробляти довші маршрути, забезпечувати

додаткові заходи безпеки, що ускладнює економічну доступність нафтопродуктів і впливає на стабільність внутрішнього ринку енергоносіїв.

Для забезпечення стабільності постачання нафтопродуктів необхідна реалізація комплексних організаційно-технічних та нормативно-правових заходів. Перспективними напрямками є:

1) модернізація транспортної інфраструктури з урахуванням умов підвищеної небезпеки та створення резервних потужностей для перевалки та зберігання палива;

2) користування сучасними системами моніторингу та управління ризиками, зокрема автоматизованих шукачів пошуку та пристроїв дистанційного управління;

3) оптимізація логістичних схем за рахунок диверсифікації маршрутів та розвитку мультимодальних перевезень, що дає змогу підвищити гнучкість транспортної системи;

4) розроблення та вдосконалення нормативно-правової бази, яка визначає специфіку перевезення небезпечних вантажів у воєнний час з урахуванням міжнародних стандартів безпеки;

5) підготовка спеціалізованих аварійно-рятувальних формувань, здатних оперативно реагувати на надзвичайні ситуації та мінімізувати екологічні наслідки.

Проблема транспортування нафтопродуктів у воєнний час виходить за межі суто технічного або економічного аспекту, оскільки має стратегічне значення для національної безпеки та економічної стабільності. Успішне подолання викликів можливе лише за умови інтеграції сучасних технологій, створення резервних логістичних потужностей та формування ефективної системи державного управління у сфері енергетичної безпеки.

Отже, актуальні проблеми транспортування нафтопродуктів в умовах воєнного стану потребують міждисциплінарного підходу та скоординованих дій держави, бізнесу та наукової спільноти. Тільки комплексний підхід дасть змогу забезпечити надійність логістики, знизити екологічні ризики та забезпечити стійкість енергетичного сектора за умов сучасних викликів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Томчук О., Головченко Я. Аналітична оцінка послуг вантажних перевезень в умовах воєнного стану. *Економіка та суспільство*. 2023. № 53. с. 1 – 12. DOI: 10.32782/2524-0072/2023-53-90.

2. Sierikova, O. Increasing the environmental safety level of the territory adjacent to locations of liquid hydrocarbon reservoirs. *Scientific and Technical Journal «Technogenic and Ecological Safety»* 2023. № 14 (2/2023). Pp. 50 – 57. DOI: 10.52363/2522-1892.2023.2.6.

3. Sierikova E., Holota V. Problems of Petroleum Products Transportation in Tanks. *Abstract book of 6. International Anatolian Scientific Research Congress* (Konya, Türkiye; November 08 – 10, 2024).

ВИКОРИСТАННЯ ДЗЗ ДЛЯ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ВІЙНИ НА ДОВКІЛЛЯ

Усова П. О., учениця,

Колісник Н. М., вчитель

Харківський ліцей № 11 імені Данила Дідика Харківської міської ради

Льїнський О. В., канд. біолог. наук, доц.

Національний університет цивільного захисту України

Повномасштабна російсько-українська війна спричинила серйозні екологічні наслідки, які ускладнюють і без того напружену ситуацію з охороною природи, вже завдала довкіллю шкоди, на десятки мільярдів доларів. Забруднені ґрунти, повітря, вода, втрачається біорізноманіття через бомбардування промислових об'єктів, руйнування дамб тощо. Більше 30 % території країни заміноване, що, окрім того, блокує доступ до природних зон і ускладнює моніторинг [1].

На окремих територіях інтенсивний військовий вплив ставить під сумнів безпечність подальшого використання земель, що вимагає негайних заходів для відновлення ґрунтів та поліпшення їхньої родючості. Екологічна шкода розглядається не лише як наслідок конфлікту, а і як його потенційний чинник. Значне зниження екосистемних послуг, спричинене деградацією ресурсів, може стати каталізатором подальшої нестабільності.

Військові дії спричиняють значне забруднення ґрунтів важкими металами, нафтовими продуктами, пестицидами та іншими токсичними речовинами. За даними Регіональної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Харківській області до 40% земель області постраждали від бойових дій та перебування під окупацією. А повномасштабне вторгнення РФ на територію України, враховуючи загальну ситуацію в Харківській області та м. Харків, унеможливує виконання державного моніторингу вод у повному обсязі.

Тож дослідження питання щодо застосування методу дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) для оцінки накопичених екологічних збитків територій внаслідок російсько-української війни є актуальним. Доведено, що за допомогою аерокосмічних знімків можна ефективно відстежувати та оцінювати негативний вплив на довкілля; наслідки руйнації господарської діяльності; визначати кількісні та якісні показники забруднень та розміщення бойових (ракетних) відходів. Його цінність полягає в отриманні точної координатної прив'язки об'єктів в системі «воєнний об'єкт – військова технологія – вплив на довкілля» [2].

Дистанційне зондування Землі може стати незамінним інструментом для моніторингу та кількісної оцінки екологічних наслідків військових операцій. Необхідність застосування ДЗЗ диктується насамперед фізичною небезпекою та обмеженим доступом до постраждалих територій. Ця технологія, зокрема

використання високороздільних знімків, дозволяє отримувати оперативні дані та створювати детальні карти пошкоджень.

Застосування дистанційного зондування Землі здійснюється у практичній діяльності Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів. З усього різноманіття даних ДЗЗ під час проведення робіт для оцінки впливу на довкілля внаслідок воєнних дій переважно застосовуються аеро- (БПЛА) та космічні знімки [2]. Як будь-яке геофотографічне зображення БПЛА-аерофотознімок має дуже високу достовірність, проте, вимагає постійної актуалізації через зміни довкілля під час активної фази війни. За неможливості проведення або отримання готової цифрової аерофотозйомки на територію, для якої проводиться моніторинг екологічних наслідків бойових дій, вдаються до аерофотозйомки з аерокосмічних лабораторій (метеорологічних повітряних куль-зондів). Космічна зйомка є важливою інформаційною основою дистанційного екологічного моніторингу для будь-яких, але особливо – для важкодоступних, маловивчених з точки зору оцінки впливу на довкілля – окупованих територій України.

Кінцевий результат точної наукової оцінки ДЗЗ – це деталізована карта пошкоджень території під час війни з наступною геоінформаційною обробкою матеріалів (ГІС-моделювання). Ця карта є критично важливою для фази зонування території за ступенем та типом забруднення. Забруднення внаслідок воєнних дій є гетерогенним, включаючи важкі метали, нафтові продукти та енергоємні речовини (пропеленти). Точне зонування, здійснене за допомогою ДЗЗ, дозволяє отримати еколого-природоохорону геоінформацію про наявність: небезпечних техногенних територій; поширення плям нафтового забруднення, шляхи забруднених стічних вод при бомбардуванні водогонів та каналізації; визначення стану водних об'єктів; ступені небезпечності забруднення; зміни берегової лінії та русла річок внаслідок руйнування мостів; знищення флори та фауни тощо.

Тож можна зробити висновок щодо доцільності застосування ДЗЗ для визначення локалізації об'єктів накопиченої екологічної шкоди, завданих війною. Проте через високу вартість даних БПЛА-аерофотозйомки та космічної зйомки в умовах поточної війни в країні багато моніторингових організацій не готові фінансувати подібні методи оцінки екологічних збитків. Спеціалізована база ДЗЗ/ГІС-даних може бути створена лише за активної державної підтримки у прийнятті нормативних актів щодо її створення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Війна та екологія. URL: <https://com1.org.ua/vijna-ta-ekolohiia-56-mlrd-vtrat-i-zahroza-dlia-majbutnoho/>.
2. Бондар О.І., Фінін Г.С., Шевченко Р.Ю. Екологічні виклики воєнного часу: оцінка впливу на довкілля космічними системами дистанційного зондування та gps-навігації. URL: <http://eco.j.dea.kiev.ua/archives/2022/4/7.pdf>.

ЕКОЛОГІЧНІ ВИКЛИКИ ТА НАПРЯМИ МІНІМІЗАЦІЇ ВПЛИВУ РОЗМІНУВАННЯ ТЕРИТОРІЙ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ В УКРАЇНІ

Цапко Н. С., канд. техн. наук, доц.,

Клімов О. В., канд. географ. наук,

Надточій Г. С., ст. наук. співроб.,

Гайдріх І. М., наук. співроб.

Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» (УКРНДІЕП)

Клімов Д. О, провідний інженер

Регіональний офіс водних ресурсів у Харківській області

Повномасштабна збройна агресія Російської Федерації спричинила масштабне мінне забруднення території України, яке становить серйозну загрозу для життя людей, економічного розвитку та природних екосистем. За оцінками урядових і міжнародних організацій, потенційно забрудненими вибухонебезпечними предметами (ВНП) є близько 150–175 тис. км², що становить майже третину площі країни [1]. Значна частина таких територій припадає на землі природно-заповідного фонду (ПЗФ), зокрема на національні природні парки, біосферні резервати, заказники та водно-болотні угіддя (рис. 1).

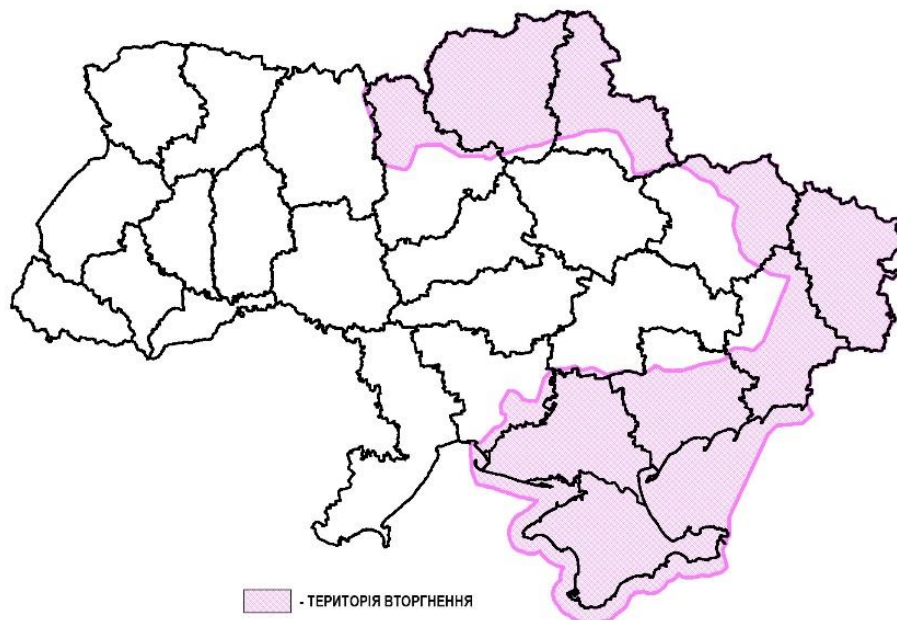


Рисунок 1 – Відображення потенційно забруднених територій України

Розмінування об'єктів ПЗФ має низку особливостей, оскільки потребує поєднання вимог безпеки для людини та необхідність охорони природи. Діяльність у цій сфері регулюється Законом України «Про протимінну діяльність» [2], Міжнародними стандартами протимінної діяльності (IMAS) [3],

а також Законами України «Про природно-заповідний фонд України» [4] та «Про оцінку впливу на довкілля» [5]. Будь-яке втручання на територіях особливої охорони потребує погодження з Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України.

Екологічні ризики гуманітарного розмінування полягають у порушенні ґрунтового покриву, деградації біотопів, забрудненні повітря і вод, а також у втраті біорізноманіття внаслідок механічного або вибухового впливу. Застосування засобів механічного розмінування (фрез, гусеничних машин) може зруйнувати рослинний покрив, порушити мікрорельєф і викликати ерозію. Крім того, вибухові роботи часто супроводжуються викидом токсичних продуктів згоряння, важких металів та залишків вибухових речовин.

Для територій ПЗФ доцільним є використання малоруїнівних методів: ручного розмінування, застосування легких дистанційно керованих роботів, дронів із сенсорами, а також екологічно контрольованих підривів з мінімальним енергетичним впливом. Важливо проводити попередню екологічну експертизу та оцінку потенційного впливу на довкілля, зокрема з урахуванням сезонності, періодів гніздування птахів та відновлення флори.

Ефективне розмінування природоохоронних територій потребує міжвідомчої координації між ДСНС, Міністерством оборони України, Міндовкілля, науковими установами та адміністраціями ПЗФ. Успішні пілотні проєкти вже реалізуються на території НПП «Святі Гори» (Донеччина) та заповідних ділянках Харківщини і Херсонщини, де поєднуються дистанційні технології та екологічний моніторинг.

Після завершення робіт важливим етапом є екологічна реабілітація територій: рекультивация ґрунту, біоремедіація забруднених ділянок, відновлення рослинного шару та контроль за станом біорізноманіття. Моніторинг екосистем має здійснюватися протягом щонайменше трьох років після очищення.

Гуманітарне розмінування територій природно-заповідного фонду є не лише технічною, але й екологічною операцією. Його успіх залежить від комплексного підходу, що передбачає баланс між безпекою населення, збереженням природних екосистем та впровадженням екологічно безпечних технологій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Monitor Landmines and Cluster Munition. Impact – Ukraine (2023). URL: <https://the-monitor.org/country-profile/ukraine/impact>.
2. Закон України «Про протимінну діяльність в Україні» від 06.12.2018 № 2642-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2642-19#Text>.
3. International Mine Action Standards (IMAS). Geneva International Centre for Humanitarian Demining. URL: <https://www.osce.org/files/f/documents/7/9/149461.pdf>.
4. Закон України «Про природно-заповідний фонд України». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-12#Text>.
5. Закон України «Про оцінку впливу на довкілля». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text>.

ВПЛИВ ВІЙНИ НА СТАН ЕКОСИСТЕМ ТА ЗАПОВІДНИХ ОБ'ЄКТІВ УКРАЇНИ

Цимбал Б. М., д-р наук з держ. упр., доц.

Кузьмінська А. В., студентка

Національний університет цивільного захисту України

Воєнна агресія проти України, що переросла у повномасштабне вторгнення з лютого 2022 року, спричинила масштабний негативний вплив на природне середовище, біорізноманіття, екосистеми та природно-заповідний фонд. Україна має унікальні природні ландшафти – степові, лісові, гідрологічні системи, значну кількість заповідних територій, які нині зазнають руйнування через бойові дії, обстріли, вибухи та пожежі [1]. Сотні об'єктів природно-заповідного фонду розташовані безпосередньо в зонах активних бойових дій або на тимчасово окупованих територіях.

За даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, пошкоджено понад 800 об'єктів природно-заповідного фонду площею близько 0,9 млн га, що становить понад 20 % заповідних територій країни [1]. Вибухи, пожежі, руйнування промислових об'єктів та нафтосховищ призводять до викидів токсичних сполук, важких металів, нафтопродуктів, які потрапляють у ґрунти та водойми. Забруднення повітря та води створює загрозу для здоров'я населення та функціонування екосистем. За оцінками експертів, сумарні екологічні збитки перевищують 65 млрд євро [3].

Особливо значних втрат зазнали лісові екосистеми. Згідно з дослідженнями Ukraine War Environmental Consequences Work Group, у період 2022–2024 рр. вогнем було охоплено понад 8000 км² території України, з яких понад 1000 км² становили ліси [2]. Через мінну небезпеку та постійні обстріли більшість таких пожеж не могла бути оперативно ліквідована. Це спричинило деградацію ґрунтів, знищення біотопів та скорочення популяцій диких тварин.

Суттєво постраждав природно-заповідний фонд України, зокрема біосферний заповідник «Асканія-Нова», який є об'єктом світової природної спадщини. Руйнування інфраструктури, втрата контролю за територією, пожежі та порушення екологічного балансу створили ризик втрати унікальних степових екосистем [2]. Аналогічна ситуація спостерігається у прибережних регіонах Чорного та Азовського морів, де військові дії призвели до забруднення акваторій, загибелі морських видів та зниження рибних запасів.

Катастрофічним для екології стало руйнування Каховської гідроелектростанції у червні 2023 року. Внаслідок підриву дамби Каховського водосховища, яке мало площу понад 2150 км² і містило 18,19 км³ води, знищено екосистеми на площі понад 5000 км² [3]. Осушення русла річки Дніпро призвело до деградації заплав, втрати водно-болотних угідь, загибелі водних організмів і масштабного зниження рівня підземних вод.

Додаткову небезпеку становлять мінування та фортифікаційні роботи на територіях заповідників. Руйнування ґрунтового покриву, пошкодження рослинності, знищення середовищ існування рідкісних видів призвели до деградації 70–80 % степових екосистем та забруднення ґрунтів важкими металами, рівень яких перевищує допустимі показники у 5–10 разів [4]. Популяції окремих видів птахів та рослин скоротилися на 30–40 %.

Відновлення пошкоджених територій вимагає реалізації комплексних програм, що включають розмінування, рекультивацію ґрунтів, моніторинг радіаційного та хімічного забруднення, відновлення лісових та водних екосистем. Важливим аспектом є документування екологічних злочинів (екоциду) для подальшого притягнення агресора до міжнародної відповідальності. Залучення міжнародних партнерів та науковців до процесів екологічної оцінки й планування відновлення стане запорукою ефективної стратегії екологічної безпеки України.

Таким чином, війна в Україні має катастрофічні наслідки для довкілля та природно-заповідного фонду. Відновлення екосистем має бути складовою післявоєнної стратегії розвитку держави, з урахуванням принципів сталого розвитку, міжнародної екологічної допомоги та пріоритетного збереження біорізноманіття.

ЛІТЕРАТУРА

1. Оновлені дані щодо впливу війни на заповідні території – Природно-заповідний фонд України. *Природно-заповідний фонд України*. URL: <https://wownature.in.ua/15151-2/> (дата звернення: 20.10.2025).

2. Ліси у вогнях війни. втрачено понад 1000 квадратних кілометрів – ukraine war environmental consequences work group. *Ukraine War Environmental Consequences Work Group – Seeking solutions through information sharing about the environmental impacts of the war*. UWEC Work Group. URL: <https://uwecworkgroup.info/uk/flames-of-war-how-ukraine-lost-over-1000-square-kilometers-of-forest/> (дата звернення: 20.10.2025).

3. Impact of Russia's invasion on Ukraine's environment: damage exceeds €65 billion, says Ministry of Environmental Protection. *Ukrainska Pravda*. URL: <https://www.pravda.com.ua/eng/news/2024/10/29/7481925/> (date of access: 20.10.2025).

4. War's hidden toll: ukraine's forests need a century to recover. *RBC-Ukraine*. URL: <https://newsukraine.rbc.ua/news/war-s-hidden-toll-ukraine-s-forests-need-1758108602.html> (date of access: 20.10.2025).

Секція 7. Безпека праці і здоров'я громадян

УДК 331.453

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ВИСОТНО-РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ

Белюченко Д. Ю., канд. техн. наук

Полов'ян А. В., курсантки

Чеголя А.В., курсантки

Національний університет цивільного захисту України

Проведення висотно-рятувальних робіт є одним із найбільш небезпечних видів діяльності, що вимагає високого рівня професійної підготовки рятувальників, технічної оснащеності та дотримання встановлених вимог безпеки праці. Проведений аналіз літературних даних показав що в останні роки ведеться активна спрямованість на модернізацію містобудування в галузі планування та будівництва об'єктів підвищеної поверховості, виникають значні труднощі в організації та дотримання вимог безпеки праці що можуть призвести до травмування або загибелі працівників при проведенні аварійно-рятувальних і висотних робіт особовим складом підрозділів оперативно-рятувальної служби на цих об'єктах у разі виникнення надзвичайних ситуацій внаслідок обстрілів, де необхідно виконувати пошук та порятунок людей, демонтаж нестійких будівельних конструкцій в напівзруйнованих будівлях в опарному чи безопорному просторі, необхідні такелажні роботи при розбиранні завалів на висоті. Тому дослідження проблемних питань безпеки праці під час виконання таких робіт є актуальним і необхідним.

Визначено що найпоширеніша причина, нещасних випадків під час проведення аварійно-рятувальних робіт на висоті у рятувальників є порушення встановлених правил техніки безпеки 62 %, другою причиною є слабка професійна підготовка рятувальників 22 %, третя за кількістю травмованих причина – вплив інших факторів 16 % [1]. В той же час, в визначено, що існує проблема в галузі навчально-матеріальної бази підготовки рятувальників до проведення аварійно-рятувальних робіт з порятунку людей на висоті, як у самому навчанні так і в оснащенні різними спеціалізованими тренажерами, майданчиками та тренувальними полігонами з відпрацювання отриманих теоретичних знань та практичних навичок. Через не доведення до якісних показників даної бази неможливо повністю бути впевненим у професіоналізмі рятувальників, оскільки більшість поставлених завдань під час відпрацювання необхідних навичок та майстерності рятувальника мають випереджальний характер підготовки з використанням наявного верхолазного спорядження та

впровадження нових технічних засобів та методик проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт на висоті [2].

Керівник проведення висотних та аварійно-рятувальних робіт повинен знати та сприяти дотриманню всіх необхідних вимог безпеки праці особовим складом який проводить рятувальні роботи, ефективно організувати дії на висоті під час рятувальних операцій, зменшувати ризик виникнення можливих небезпечних ситуацій, а також вживати необхідні запобіжні чи коригувальні чіткі дії, котрі необхідні для недопущення нештатних ситуацій, які можуть загрожувати як самим рятувальникам так і людям, яких вони рятують. Керівник проведення рятувальних робіт на висоті повинен врахувати всі необхідні вимоги для розробки планів безпеки для конкретного місця проведення висотних робіт, та необхідного спеціального верхолазного та допоміжного оснащення та спеціальної техніки. Крім того, керівник з проведення висотно-рятувальних робіт, повинні переконатися, що рятувальні групи верхолазів поінформовані, навчені та компетентні виконувати завдання чи роботу безпечним способом.

Однак чинні нормативні документи не повною мірою враховують специфіку висотно-рятувальних робіт особливо в умовах повторного обстрілів. Відсутність спеціалізованих інструкцій, методичних рекомендацій для рятувальників, які виконують висотно-рятувальні роботи у складних просторових і умовах, створює ризики невідповідності між нормативними вимогами та реальною практичною ситуацією. Для створення безпечних умов праці під час виконання висотно-рятувальних робіт необхідно:

- забезпечити рятувальників необхідним спеціальним оснащенням та страхувальними засобами колективного та індивідуального застосування;
- використовувати верхолазне спорядження, яке пройшло періодичне випробування та обов'язково проводити візуальну перевірку перед кожним використанням усіх пристроїв, засобів та механізмів;
- забезпечити необхідну освітленість на місцях проведення рятувальних робіт на висоті та безпечні проходи до них;
- забезпечити раціональне використання методів і технологій виконання робіт на висоті.
- враховувати метеорологічні умови, а також рівень підготовки рятувальника до проведення висотно-рятувальних робіт на висоті.

Безпека праці при проведенні висотно-рятувальних робіт залежить від поєднання організаційних, технічних і людських факторів, підвищення ефективності системи безпеки праці можливе лише за умови удосконалення нормативної бази, посилення навчання та впровадження сучасних технічних засобів підготовки та контролю.

ЛІТЕРАТУРА

1. Milani M., Roveri G., Falla M. Occupational Accidents Among Search and Rescue Providers During Mountain Rescue Operations and Training Events.

Emergency medical services brief research report. 2022. Vol. 81. P. 699-705. doi: 10.1016/j.annemergmed.2022.12.015

2. Белюченко Д. Ю., Максимов А. В., Стрілець В. М., Бурменко О. А. Порівняльна оцінка різних варіантів проведення висотно-рятувальних робіт. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2023. № 38. С. 80 – 95. DOI: 10.52363/2524-0226-2023-38-6

УДК 004.89:331.45:687

БЕЗПЕКА ПРАЦІ В УМОВАХ ВПРОВАДЖЕННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ВИРОБНИЦТВО ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Безпальченко В. М., канд. ім. наук, доц.

Семенченко О. О., канд. техн. наук, доц.

Михалик А. В., магістр

Херсонський національний технічний університет

Легка промисловість забезпечую населення споживчими товарами та створює багато робочих місць, але її виробничі процеси супроводжуються впливом шкідливих та небезпечних факторів (шум, пил, статичні навантаження, хімічні речовини) [1]. Сучасні цифрові технології та штучний інтелект відкривають нові можливості для автоматизації, зниження фізичних навантажень та підвищення безпеки праці. Водночас інтеграція штучного інтелекту вимагає адаптації персоналу, створює психоемоційні труднощі та потребує нових підходів до організації охорони праці.

Метою цього дослідження є аналіз впливу впровадження штучного інтелекту у виробництво легкої промисловості на умови праці та безпеку працівників, виявлення його позитивних наслідків та потенційних загроз, визначення напрямків удосконалення систем охорони праці в контексті цифрової трансформації промисловості.

Штучний інтелект поступово займає важливе місце у виробничих процесах легкої промисловості. Ключовий напрям його використання – автоматизація процесу розкрою, де системи машинного зору та алгоритми оптимізації забезпечують раціональне використання матеріалів, мінімізацію відходів і високу точність деталей. Це знижує фізичні навантаження на працівників та підвищує ефективність праці [2]. У швейному виробництві активно впроваджується «розумні» машини та роботизовані системи, які автоматично налаштовують параметри строчки відповідно до властивостей тканини. Завдяки цьому зменшується втомлюваність працівників і підвищується стабільність якості продукції. Штучний інтелект широко застосовується для контролю якості продукції. Використання комп'ютерного зору дає змогу своєчасного виявляти дефекти тканин або швів на різних етапах виготовлення, що зменшує зорове навантаження працівників і скорочує

кількість браку. Алгоритми ШІ використовують у процесі проектування одягу, зокрема, для створення лекал, підбору матеріалів та прогнозування модних тенденцій. Це дозволяє спеціалістам більше уваги приділяти творчим аспектам роботи та зменшує кількість рутинних дій.

Отже, застосування штучного інтелекту охоплює всі стадії виробництва – від розкрою до контролю якості – забезпечуючи підвищення продуктивності, точності та безпеки праці у виробництві легкої промисловості. Використання ШІ у легкій промисловості сприяє покращенню умов праці працівників: автоматизація технологічних процесів зменшує фізичне навантаження, кількість монотонних операцій і контакт з небезпечними факторами. Завдяки системам ШІ можливо дистанційно контролювати обладнання, регулювати на робочих місцях параметри мікроклімату і освітлення, що підвищує комфорт і безпечність роботи. Також використання штучного інтелекту сприяє підвищенню ефективності виробництва, зниженню ризиків для здоров'я працівників і створенню безпечніших умов праці.

Поряд із численними перевагами впровадження ШІ у легку промисловість породжуються й нові виклики у сфері охорони праці. Змінюється характер професійної діяльності: фізичні операції замінює робота з інтелектуальними системами, що потребує додаткового навчання та перекваліфікації. Недостатній рівень знань і навичок може призвести до помилок та аварійних ситуацій [3]. Зростають і психоемоційні ризики, пов'язані з необхідністю контролювати складні автоматизовані процеси, підвищеним рівнем стресу та страхом втрати роботи. Це може спричинити емоційне вигорання й соціальну напругу в колективах. Проблемою є питання кібербезпеки: збої або несанкціоноване втручання у роботу систем ШІ здатні викликати серйозні виробничі інциденти.

На сьогодні чинні норми охорони праці поки що не враховують особливостей взаємодії людини зі штучним інтелектом, що зумовлює необхідність оновлення нормативно-правової бази.

Для забезпечення безпечних умов праці потрібен комплексний підхід: упровадження систем моніторингу на основі ШІ, підвищення рівня цифрової грамотності працівників, розроблення нових стандартів безпеки та використання алгоритмів прогнозування аварійних ситуацій. Важливо створювати ергономічні робочі місця та забезпечувати працівників сучасними засоби колективного та індивідуального захисту.

Таким чином, штучний інтелект може не лише підвищити ефективність виробництва, а й покращити рівень безпеки праці – за умови належної підготовки кадрів, захисту інформаційних систем і вдосконалення законодавчої бази. Головним пріоритетом при цьому має залишатися людина – її здоров'я, безпека та добробут.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про затвердження Правил охорони праці для працівників швейного виробництва. Наказ Міністерства надзвичайних ситуацій України №1416 від

12.12.2012 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0052-13#Text> (дата звернення: 20.10.2025).

2. Про використання можливостей ШІ в дизайні та виробництві TCL. (20.03. 2024). *Укрлегпром*. URL: <https://ukrlegprom.org/ua/news/pro-vykorystannya-mozhlyvostej-shi-v-dyzajni-ta-vyrobnyctvi-tclf/> (дата звернення: 21.10.2025).

3. Горбовий А.Ю., Лаговський В.В., Омельчук А.А. Штучний інтелект у текстильній промисловості. *Прикладні питання математичного моделювання* 2020.Т.3, № 2.2. С. 123–132.

УДК 504.06

РОЛЬ РЯТУВАЛЬНИКІВ У ЗАПОБІГАННІ ЕКОЛОГІЧНИМ ЗАГРОЗАМ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ

Бирко В. В., курсант,

Несен І. О., PhD

Національний університет цивільного захисту України

Екологічна безпека є ключовим чинником збереження життя та здоров'я людини. Щороку зростає кількість надзвичайних ситуацій природного й техногенного характеру – від лісових пожеж і повеней до аварій на промислових об'єктах. У таких умовах особливо важливою є діяльність рятувальників, які стоять на захисті людей і довкілля.

Сучасні рятувальники виконують не лише традиційні завдання з ліквідації наслідків пожеж чи аварій, а й діють у складних умовах воєнних дій. Вони реагують на руйнування інфраструктури, ліквідують наслідки ракетних ударів і запобігають екологічним катастрофам, спричиненим пошкодженням промислових або хімічних об'єктів [1].

Особливо небезпечною є їхня робота в зоні бойових дій, де часто виникають пожежі на нафтобазах, складах вибухонебезпечних матеріалів, у лісах і на полях. Такі події можуть спричинити викиди токсичних речовин у повітря та воду, що загрожує здоров'ю населення навіть на віддалених територіях [2].

У випадку екологічних катастроф – витоку токсичних речовин чи забруднення довкілля – саме рятувальники першими прибувають на місце події. Їхня професійність і оперативність допомагають мінімізувати наслідки аварій, зупинити поширення забруднень і захистити населення [3].

Фахівці ДСНС постійно контролюють стан потенційно небезпечних об'єктів – хімічних, нафтопереробних підприємств, складів токсичних речовин, гідроспоруд. У разі виявлення загроз вони усувають ризики та розробляють плани реагування [4].

Рятувальники також оперативно діють під час хімічних аварій, забруднення води чи повітря: локалізують джерело небезпеки, проводять евакуацію, дегазацію й очищення територій, запобігаючи масштабним катастрофам [1, 4].

Важливою складовою їхньої роботи є просвітницька діяльність. ДСНС проводить уроки безпеки, тренування й інформаційні кампанії, що підвищують екологічну свідомість населення та зменшують ризик паніки у кризових ситуаціях.

Діяльність рятувальників має й профілактичний характер: вони беруть участь у плануванні розвитку територій, розмінуванні та програмах із підвищення екологічної стійкості. Це особливо актуально нині, коли після бойових дій багато територій залишаються небезпечними через мінування й забруднення ґрунтів [4].

Отже, роль рятувальників у запобіганні екологічним загрозам є стратегічно важливою. Вони поєднують професіоналізм, мужність і знання в галузях екології, хімії, медицини й інженерії, забезпечуючи захист людей і збереження природної рівноваги – основи сталого розвитку держави.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про затвердження Положення про організацію екологічного забезпечення в системі ДСНС України: наказ Державної служби України з надзвичайних ситуацій від 20 вересня 2013 р. № 618. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/v0618388-13>.

2. Про затвердження Методичних рекомендацій щодо організації роботи у сфері цивільного захисту на місцевому рівні : наказ Державної служби України з надзвичайних ситуацій від 11 жовтня 2017 р. № 579. URL: <https://dsns.gov.ua/uk/normativna-baza/nakazi-dsns-ukrayini/pro-zatverdzhennya-metodichnix-rekomendacij-shhodo-organizaciyi-roboti-u-sferi-civilnogo-zaxistu-na-miscevomu-rivni-2017-10-11-579>.

3. Про затвердження Плану основних заходів цивільного захисту України на 2023 рік: наказ Державної служби України з надзвичайних ситуацій від 14 грудня 2022 р. № 647. URL: <https://dsns.gov.ua/uk/normativna-baza/nakazi-dsns-ukrayini/pro-zatverdzhennya-metodichnix-rekomendacij-shhodo-organizaciyi-roboti-u-sferi-civilnogo-zaxistu-na-miscevomu-rivni-2017-10-11-579>.

4. Про затвердження Інструкції з організації реагування на надзвичайні ситуації техногенного і природного характеру : наказ Державної служби України з надзвичайних ситуацій від 10 лютого 2014 р. № 70. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0300-14>.

ВИКОРИСТАННЯ РИЗИКОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ НА АВТОТРАНСПОРТНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КРИТИЧНИХ АСПЕКТІВ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

Бригада О. В., канд. техн. наук, доц.,

Букрєєва К. О., студентка

Національний університет цивільного захисту України

Ризикорієнтований підхід у системах управління екологічною безпекою базується на принципах виявлення кількісної або якісної оцінки та управління ризиками, які можуть призвести до негативних наслідків для довкілля, здоров'я людей або матеріальних цінностей.

Згідно з вимогами міжнародного стандарту ISO 14001:2015 «Environmental Management Systems – Requirements with guidance for use» [1], оцінка екологічних аспектів має включати ідентифікацію потенційних ризиків, пов'язаних з аваріями, витокami небезпечних речовин, порушенням технологічних процесів тощо. Ризик визначається як поєднання ймовірності виникнення події та тяжкості її наслідків (ISO 31000:2018 «Risk management – Guidelines») [2].

Метою роботи є обґрунтування доцільності використання ризикорієнтованого підходу для визначення критичних аспектів екологічної безпеки на автотранспортному підприємстві.

Для автотранспортного підприємства одним з основних екологічних ризиків є витік пального або паливно-мастильних матеріалів (ПММ), який може статися під час зберігання, заправки, транспортування або ремонту транспортних засобів. У межах діяльності автотранспортного підприємства потенційними джерелами витокy є: резервуари та ємності для зберігання пального, паливороздавальні колонки, паливопроводи та шланги, місця заправки транспортних засобів, транспортні засоби з пошкодженими паливними системами. Оцінка ризиків враховує не тільки потенційний вплив на довкілля, а й на здоров'я працівників підприємства та населення, що перебуває у зоні впливу діяльності автотранспортного підприємства.

Використання ризикорієнтованого підходу на автотранспортному підприємстві передбачає етапи:

1. ідентифікацію небезпечних ділянок (обладнання, процеси тощо);
2. визначення ймовірності події – на основі статистичних даних, технічного стану обладнання, періодичності техоглядів;
3. оцінку наслідків – визначення площі можливого забруднення, вартості ліквідації надзвичайної ситуації, шкода довкіллю.
4. класифікацію ризику за матрицею 5×5 та визначення пріоритетності заходів реагування;

5. розроблення плану зменшення ризику: модернізація систем зберігання, наявність піддонів для збору розливів, використання сорбентів, система сигналізації витоків, навчання персоналу тощо.

Використовуючи матрицю, підприємству слід вживати визначені дії та заходи в залежності від категорій ризику, а саме:

- низький ризик – періодичний моніторинг; навчання персоналу на плановій основі;

- помірний ризик – запровадити додаткові заходи контролю, підвищити частоту моніторингу, оновити інструкції, провести навчання або тренінги за співробітниками;

- високий ризик – розробити та виконати план «пом'якшення» ризику (технічні заходи, захисні споруди, піддони), посилити контроль, підготувати аварійні процедури, виділити бюджет на аварійні заходи тощо;

- критичний ризик – негайні дії: тимчасово припинити операції, впровадити аварійні заходи; інвестувати в постійні технічні рішення; повідомити контролюючі органи за потреби.

У випадку розливу або витoku ПММ на території підприємства можна рекомендувати наступне:

- удосконалити технічні засоби зберігання ПММ: встановити піддони, лотки, датчики рівня;

- проводити регулярні огляди ємностей і систем розливу пального;

- проводити навчання персоналу з екстреного реагування, постачання аварійних наборів;

- розробити та відпрацювати план дій у випадку витoku ПММ;

- переглянути договори з переробниками або контрактні плани ліквідації наслідків;

- підвищити частоту моніторингу ґрунту/стоків у зоні ризику витoku пального.

Пріоритетність заходів у випадку витoku ПММ на території автотранспортного підприємства визначено на основі результатів матриці ризиків – високий ризик свідчить про першочерговість впровадження заходів. Реалізація запропонованих заходів дозволить зменшити імовірність виникнення аварійних ситуацій із витоком ПММ, підвищити рівень екологічної безпеки та відповідність вимогам ISO 14001:2015. Таким чином, ризикорієнтований підхід дозволяє своєчасно виявляти критичні аспекти екологічної безпеки, мінімізувати вплив потенційних аварій на довкілля та здоров'я населення.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ ISO 14001:2015. Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосування (ISO 14001:2015, IDT). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=64015

2. ДСТУ ISO 31000:2018 Менеджмент ризиків. Принципи та настанови (ISO 31000:2018, IDT) URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=80322

ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ГАСІННЯ ПОЖЕЖ НА ОБ'ЄКТАХ ІЗ ЗБЕРІГАННЯМ СПИРТОВМІСНИХ РІДИН В УМОВАХ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ

Васюнін Б. О., здобувач

Микитенко Р. В., здобувач

Дубінін Д. П., канд. техн. наук, доц.

Національний університет цивільного захисту України

Під час російської військової агресії проти України, ворог масовано обстрілює інфраструктурні, промислові, житлові об'єкти, будівлі суспільно-соціального призначення як у районах бойових дій, так і в тилу, застосовуючи артилерію, РСЗО, безпілотні літальні апарати, авіацію (КАБи, ФАБи), крилаті та балістичні ракети [1, 2]. Внаслідок ударів відбувається руйнування об'єктів та споруд, виникають масштабні пожежі, території забруднюються вибухонебезпечними предметами, існує ризик повторних атак. В цих умовах пожежно-рятувальні підрозділи (ПРП) реагують на всі пожежі, організовуючи дії відповідно до нормативних вимог із урахуванням обстановки та максимальним забезпеченням безпеки особового складу [1 – 3].

Під час гасіння пожеж на об'єктах зі зберігання спиртовмісних рідин, що виникли не внаслідок порушення правил пожежної безпеки чи технології зберігання, а через ураження бойовими засобами, необхідно враховувати низку додаткових факторів [1 – 3]. Зокрема: ризик повторних обстрілів як резервуарів, так і місць розташування сил і засобів ОРС ЦЗ; можливість одночасного пошкодження та горіння кількох, у тому числі розосереджених, резервуарів; горіння струменів спиртовмісних рідин, що витікають під тиском із пошкоджених ємностей; затримку виїзду пожежно-рятувальних підрозділів через обстріли; необхідність тимчасового припинення робіт для укриття особового складу; відсутність тиску в системі протипожежного водопроводу через пошкодження електричних або водопровідних мереж; руйнування пожежних водойм, резервуарів чи складів піноутворювача; забруднення території нерозірваними боеприпасами та уламками; відсутність або обмежену участь обслуговуючого персоналу через загрозу повторних атак [2, 3].

Підвищення пожежної безпеки та захисту об'єктів зі зберіганням спиртовмісних рідин від обстрілів передбачає облаштування інженерного захисту та відновлення пошкоджених елементів. Необхідно забезпечити захист будівель, насосних станцій, вузлів і трубопроводів систем водопостачання та пожежогасіння, створити резерви обладнання й матеріалів для їх оперативного відновлення [4]. Важливо своєчасно ремонтувати огорожі та загороджувальні конструкції, підтримувати у готовності захисні споруди цивільного захисту та забезпечити можливість дистанційного управління об'єктом з укриття. Для захисту об'єктів передбачено три рівні оборони: габіони та біг-беги з піском чи щебнем для захисту від уламків; бетонні укриття навколо й над підстанціями

для протидії ударам дронів і ракет з перенесення ключових вузлів під землю для максимального захисту [4].

Для підвищення рівня пожежної безпеки необхідно провести такі заходи як: модернізація технологічного обладнання та оснащення виробничих і складських приміщень аварійною вентиляцією; удосконалення конструкцій резервуарів у частині недопущення утворення вибухонебезпечних газових середовищ у просторі під їх покрівлями, а також підвищення їх стійкості; вжиття заходів щодо недопущення накопичення статичної електрики; модернізація систем аварійної та пожежної сигналізації, а також оснащення виробничих і складських приміщень сучасними газоаналізаторами; створення резервних посудин для забезпечення можливості спорожнення резервуарів для зберігання легкозаймистих спиртовмісних рідин і технологічних ємностей та забезпечення трубопроводів аварійним зливом та вогнеперешкоджувачами; виведення сигналів від систем пожежної сигналізації на пульти централізованого спостереження ОКЦ; оснащення об'єктів сучасними системами пожежогасіння, насамперед системами пінного пожежогасіння, які передбачають використання «спиртостійких» піноутворювачів та пожежних стволів-генераторів; навчання особового складу ПРП, а також працівників об'єктів, де виробляються, зберігаються або обертаються спиртовмісні рідини, заходам щодо підвищення рівня пожежної безпеки, а також сучасній уяві про ефективність різних способів гасіння пожеж, насамперед за наявності полярних горючих рідин [5].

Оперативні дії ПРП під час гасіння пожеж на об'єктах із зберіганням спиртовмісних рідин, що сталися внаслідок обстрілів в умовах ведення бойових дій повинні бути правильними, організовані відповідно до вимог діючого законодавства з урахуванням обстановки в конкретний час на місці події та максимально можливим дотриманням заходів безпеки для учасників гасіння.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про особливості реагування на надзвичайні ситуації під час збройної агресії: наказ Державної служби України з надзвичайних ситуацій від 02.04.2024 р. № 375. URL: <https://dsns.gov.ua/upload/2/0/8/0/8/1/6/rekom.pdf>.

2. Про організацію гасіння пожеж на складах нафтопродуктів в умовах ведення бойових дій: окреме доручення Державної служби України з надзвичайних ситуацій від 23.05.2022 р. № В-269 URL: <https://if.dsns.gov.ua/upload/1/1/9/3/3/4/7/Vr00vOSx9wVORgnKSrdVAYnz6P9sLaTd1EVLmisK.pdf>.

3. Методичні матеріали навчального посібника «Дії підрозділів ДСНС України в умовах воєнного стану». URL: <https://dsns.gov.ua/upload/1/9/2/4/3/5/9/diyi-dsns-objednana-kniga-compressed.pdf>.

4. Про організацію захисту та забезпечення безпеки функціонування об'єктів критичної інфраструктури та енергетики України в умовах ведення воєнних дій: Рішення Ради національної безпеки і оборони України від 17.10.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/n0040525-23>.

5. Рекомендації щодо гасіння пожеж у спиртосховищах, що містять етиловий спирт. Київ: УкрНДЦПБ, 2009. 76 с.

ЕРГОНОМІЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ РОБОЧИХ МІСЦЬ РЯТУВАЛЬНИКІВ З УРАХУВАННЯМ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ РИЗИКУ

Ващенко В. О., здобувачка

Шароватова О. П., канд. пед. наук, доц.

Національний університет цивільного захисту України

Діяльність рятувальників пов'язана з підвищеним ризиком, значним фізичним і психоемоційним навантаженням. Робота у стресових та екстремальних умовах вимагає високого рівня концентрації, швидкості реакції та витривалості. Тому одним із пріоритетних напрямів забезпечення безпеки праці є ергономічне проектування робочих місць, яке враховує психофізіологічні особливості працівників.

Ергономічне проектування робочих місць – це науково обґрунтований процес створення умов праці, які забезпечують максимальну ефективність діяльності людини при мінімальному фізичному та психічному навантаженні. Основна мета ергономіки полягає у гармонізації взаємодії людини, техніки та робочого середовища, створення таких умов праці, які дозволяють забезпечення зручних і функціональних умов праці, що відповідають стандартам безпеки, фізичним та психічним можливостям працівників. Комплексний підхід до ергономічного проектування поєднує фізичні, психофізіологічні й організаційні аспекти, забезпечуючи високий рівень безпеки та ефективності праці. Раціональна організація робочого простору та засобів діяльності сприяє зниженню професійних ризиків, підвищенню ефективності роботи та збереженню здоров'я рятувальників.

Фактори, що впливають на психічний та фізичний стан працівника (стрес, перевтома, сенсорне перевантаження, емоційне виснаження), значно впливають на якість виконання службових завдань. Необхідно передбачати режими відпочинку та відновлення для профілактики психоемоційного виснаження. Систематичні тренування, що моделюють екстремальні умови, дозволяють адаптувати рятувальників до навантажень і формують психологічну стійкість.

При створенні робочих місць важливо враховувати індивідуальні особливості працівників – фізичні, сенсорні, когнітивні та емоційні характеристики (рівень уваги, швидкість реакції та пам'ять; тип нервової системи (схильність до стресу, стійкість до монотонності); фізичну витривалість і працездатність).

Важливим є урахування антропометричних параметрів рятувальників (зріст, довжина рук, постава) при розміщенні обладнання, інструментів і засобів захисту. Раціональне планування простору забезпечує швидкий доступ до необхідних приладів і знижує ймовірність помилок у стресових ситуаціях.

Ергономічна організація візуального та акустичного середовища (оптимальне освітлення, мінімізація шуму) сприяє покращенню концентрації

уваги. Важливим є підтримка фізіологічного комфорту за допомогою регулювання мікроклімату, зручного екіпірування та вентиляції.

Використання сучасних ергономічних технологій (сенсорні системи моніторингу, автоматизовані панелі управління) зменшує прояв людського фактора.

Отже, ергономічне проектування робочих місць рятувальників є важливим напрямом удосконалення системи охорони праці в підрозділах ДСНС. Урахування психофізіологічних факторів ризику підвищує професійну надійність персоналу, сприяє профілактиці стресових станів та зменшує кількість нещасних випадків.

Комплексне впровадження ергономічних принципів у практику рятувальних служб сприятиме збереженню життя, здоров'я і працездатності фахівців, а також підвищенню ефективності їхньої діяльності у надзвичайних ситуаціях.

ЛІТЕРАТУРА

1. World Health Organization. Occupational health: Ergonomics and human factors. WHO Report, Geneva, 2021.

УДК 614.8

ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНІ РОБОЧІ МІСЦЯ

Великий А. О., здобувач,

Шароватова О. П., канд. пед. наук, доц.

Національний університет цивільного захисту України

Екологічно безпечне робоче місце – це середовище, в якому мінімізовано негативний вплив виробничих процесів на здоров'я працівників і довкілля. Концепція таких робочих місць поєднує принципи сталого розвитку, ергономіки та охорони праці, спрямовані на збереження фізичного й психічного благополуччя людини.

Основними принципами створення екологічно безпечного робочого місця називають:

– зменшення шкідливих викидів та забруднень: використання екологічно чистих матеріалів, енергоефективних систем освітлення та вентиляції, очищення повітря і води від токсичних домішок;

– раціональне використання ресурсів: енергозбереження, повторне використання матеріалів, сортування та утилізація відходів відповідно до екологічних стандартів;

– безпечне мікросередовище для працівника: оптимальна температура, рівень вологості, природне освітлення, контроль рівня шуму, вібрацій і випромінювань;

– ергономічність робочих місць: зручність обладнання, правильна поза під час роботи, можливість налаштування робочого місця під індивідуальні потреби, що зменшує фізичне навантаження;

– психологічну екологічність: підтримка позитивного емоційного клімату, запобігання стресам і перевтомі, створення комфортної атмосфери для спілкування й розвитку [1].

Серед переваг екологічно безпечного робочого середовища в умовах сучасності виділяють:

– збереження здоров'я працівників і підвищення якості життя;

– підвищення продуктивності праці завдяки кращому самопочуттю;

– формування позитивного іміджу підприємства;

– зниження витрат на енергію, матеріали та медичне обслуговування;

– відповідність міжнародним стандартам ISO 14001 та концепції «Green Office».

Прикладами екологічних рішень в умовах забезпечення робочого середовища є:

– використання LED-освітлення та датчиків руху;

– офісні меблі з природних, нетоксичних матеріалів;

– озеленення робочого простору – рослини очищують повітря і покращують настрій;

– використання відновлюваних джерел енергії (сонячні панелі, енергія вітру);

– електронний документообіг замість паперового.

Робоче середовище значно впливає на здоров'я працівників: якість повітря, рівень шуму, освітлення, використані матеріали. Зокрема, екологічно-чистий дизайн зменшує вплив шкідливих матеріалів і підвищує безпеку. Еко-підходи у поєднанні з ергономікою не лише знижують екологічний вплив, але й підвищують задоволеність працівників і, як результат, продуктивність праці та. Принцип «зеленого» робочого місця охоплює не лише матеріали і обладнання, а й процеси – зменшення споживання енергії, утилізацію відходів, природне освітлення тощо [1].

Таким чином, екологічно безпечне робоче місце – це не лише вимога часу, а й інвестиція у здоров'я людей, ефективність виробництва та майбутнє планети.

ЛІТЕРАТУРА

1. Еколого-ергономічне проектування як складник зеленого будівництва / О.Ф. Протасенко, Г.В. Мигаль // Екологічні науки. 2020. № 1. С. 302-306. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ekolnauk_2020_1_50

ТЕРАПЕВТИЧНА ХОРТИКУЛЬТУРА: ЕФЕКТИВНІСТЬ В УМОВАХ ВІЙНИ

Вовк Н. П., канд. пед. наук, доц.,

Мохнар Л. І., канд. пед. наук, доц.

Національний університет цивільного захисту України

Згідно з визначенням ВООЗ, психічне здоров'я – це «стан благополуччя, за якого людина реалізує власні здібності, може справлятися зі звичайними стресами життя, може продуктивно та ефективно працювати на допомогу своїй громаді». Психічне здоров'я об'єднує здоровий дух та психіку людини із соціальним складником.

В умовах повномасштабної війни Росії проти України проблема захисту психічного здоров'я надзвичайно загострилася. Звертаючись до вислову Л. Карамушки, погоджуємось із тим, що найбільш вираженим негативним чинником, який впливає на психічне здоров'я особистості, є війна.

Згідно прогнозів МОЗ України, внаслідок впливу війну понад 15 млн. українців потребуватимуть психологічної підтримки, а близько 4 млн. людей буде потребувати медикаментозного лікування. Після завершення війни щонайменше кожна п'ята людина буде мати негативні наслідки для психічного здоров'я.

Західні науковці, які вивчали особливості функціонування особистості в часи Другої світової війни, помітили цілющий вплив на психологічне здоров'я садотерапії, або як ще її називають в світі «Garden therapy», «Horticultural therapy». На нашу думку, даний метод варто розглядати як допоміжний інструментарій до основного виду терапії.

Американська асоціація садової терапії визначає хортітерапію (садівнича терапія, horticultural therapy, therapeutic horticulture) як дисципліну, яка професійно використовує рослини і садівничі технології для терапії та реабілітації.

Садова терапія або хортітерапія визначається як особливий напрямок психосоціальної, трудової реабілітації допомогою залучення до роботи з рослинами.

Хортітерапія – це форма терапії, яка використовує природу, садівництво та роботу з рослинами як інструменти для покращення фізичного та психічного здоров'я. Цей метод заснований на зв'язку людини з природою і застосовується для реабілітації пацієнтів із різними розладами, зокрема, психічними захворюваннями, деменцією, а також для боротьби із соціальною ізоляцією.

Аналіз праць зарубіжних дослідників дозволив виокремити ряд авторів, які досліджували особливості використання хортітерапії в ряді країн, зокрема: Шанахан Д., Фуллер Р., Буш Р., Крайг Дж.М., Логан А.К., Прескотт С.Л. (Японія, Великобританія, США, Швеція). Як стверджують автори,

терапевтичне садівництво, або хортіерапія, має виражену психотерапевтичну спрямованість. Так, зокрема, ще під час першої світової війни хортікультура почала використовуватись не тільки як лікування осіб із психічними захворюваннями, а і як метод реабілітації ветеранів. Як зазначає С. Стюарт-Сміт, саме вирощування знайомих квітів «стало спонтанною реакцією на травми та смерть, що допомагала солдатам подолати страх та відчай».

Садова терапія передбачає цілеспрямоване використання природи для покращення психічного та фізичного благополуччя людини. Окрім медичних причин для терапії (наприклад, інвалідність, деменція, хвороба Альцгеймера), все частіше трапляються соціально зумовлені стани, такі як тривога, депресія або травма, які роблять використання терапевтичних стратегій корисним на додаток до традиційних методів лікування. Це стосується дітей та підлітків, психосоматичних та психіатричних пацієнтів, геріатричних людей або людей з деменцією. Садова терапія також досягла великого успіху в реабілітації осіб із залежностями та є цілісним доповненням або альтернативою традиційним терапевтичним стратегіям.

Час, проведений у саду, корисний для нашого здоров'я. Садові терапевти пов'язують людей з природою; завдяки цілеспрямованим садівничим заходам здоров'я підтримується та покращується

Садівництво не асоціюється з клінікою чи лікарнею, а тим більше із хворобою, й це саме по собі нормалізує. Робота з силою природного росту – це культивування добра. Розвиваючи розуміння цього, «садівники» усвідомлюють, що можуть зробити те саме у своєму житті не обов'язково зосереджуватися на поганому.

ЛІТЕРАТУРА

1. Балдинюк, О. (2025) Вплив терапевтичної хортікультури на стабілізацію психічного здоров'я ветеранів https://www.researchgate.net/publication/391831010_VPLIV_TERAPEVTICNOI_H_ORTIKULTURI_NA_STABILIZACIU_PSIHICNOGO_ZDOROV'A_VETERANIV
2. Дацюк, І. (2024). Роль терапевтичного садівництва у психологічному благополуччі молоді в умовах війни.
3. Карамушка Л. М. Психічне здоров'я особистості під час війни: як його зберегти та підтримати : Методичні рекомендації. Київ : Інститут психології імені Г. С. Костюка НАПН України, 2022. 52 с.
4. ПТСР та загострення хронічних хвороб: як війна вплине на здоров'я українців. URL: <https://www.slovoidilo.ua/2022/11/01/infografika/suspilstvo/ptsr-ta-zah>.
5. Стюарт-Сміт, С. (2021). Садотерапія. Як позбутися бур'янів у голові/пер. з англ. Я. Філоненко. Київ: Yakaboo Publishing.
6. Institute for the Future for the University of Phoenix Research Institute. Future Work Skills 2020. URL: <https://www.iftf.org/futureworkskills/>
7. Phillips, S.B., Psy.D., ABPP – “5 Reasons Gardening can Help to Heal Trauma”- Psychology Today, March 28, 2021.

ХОРТІТЕРАПІЯ ЯК МЕТОД ЗБЕРЕЖЕННЯ ПСИХІЧНОГО ЗДОРОВ'Я В УМОВАХ ВІЙНИ

Вовк Н. П., канд. пед. наук, доц.,

Черненко О. М., канд. мед. наук, доц.,

Жогло О. В., викладач

Національний університет цивільного захисту України

Сучасні реалії українців та їхнє психічне здоров'я зазнали значних впливів в останні роки. Війна продовжує чинити надпотужний травмуючий вплив на особистість, тому важливо якомога краще подбати про процес реабілітації та психокорекції як серед військових, так і цивільного населення. Поряд з цим не можна залишити поза увагою психотерапію, оскільки саме вона є одним із основних методів відновлення психологічного благополуччя.

Підбір ефективного інструменту є менш важливим для ефективності, успіху даного процесу. Безперечно, необхідно застосовувати надійні методи психотерапії, які працюють із втратами, ПТСР, тривожністю, страхами та ін.

Для досягнення вищої ефективності важливо використовувати досвід інших країн, зокрема, методи, які й досі в нашій країні вважаються допоміжними, але які ряд країн вважають дієвими й успішними. Мова йде про садотерапію, або хортітерапію («Garden therapy» чи «Horticultural therapy»).

Аналіз праць дозволив виокремити ряд авторів, які досліджували даний напрям. Серед них українські автори (Гопкало Т.В., Кихтюк О., Книщ.А.Є.; Колток Л., Шевченко Л.С., Санжаровська Т.Ю, Титаренко М.) та зарубіжні дослідники ряду країн, зокрема: Бонацці Д., Шанахан Д., Фуллер Р, Буш Р., Крайг Дж.М., Логан А.К., Прескотт С.Л. та ряд інших.

Як стверджується авторами, цей вид діяльності має виражену психотерапевтичну спрямованість, що дозволяє використовувати його при корекції поведінкових і емоційних розладів. Вважаємо, що застосування даного методу мало б позитивно відобразитися на психічному здоров'ї й благополуччі, це один із екологічних методів, який несе в собі покращення не лише психічного здоров'я, а й фізичного. Саме перебування та взаємодія з природним середовищем вже матиме терапевтичний ефект. На жаль, даний підхід є ще не надто популярним в Україні, проте в США та Великобританії досить активно застосовується, у тому числі й у роботі з військовими.

На основі проведеного аналізу можемо стверджувати, у сучасному науковому знанні відсутнє дослідження використання хортітерапії (або садової терапії) як виду терапії у роботі зі збереження відновлення психічного здоров'я.

На сьогодні позитивний досвід хортітерапії мають, зокрема, Американська асоціація садової терапії та Гарденотерапія Великобританії.

В ряді інших країн програми хортітерапії широко застосовуються для людей з особливими потребами та використовуються в установах соціального

захисту, школах, шпиталях, госпісах, в'язницях, реабілітаційних центрах для людей із залежністю та установах для людей з психічними проблемами. Спеціальні сади при них часто створюються з метою, щоб у пацієнтів була можливість контактувати з живими рослинами.

Так, Американська асоціація садової терапії робить висновок: «Деякі з очевидних переваг садової терапії включають: забезпечення фізичної активності, забезпечення чуттєвої стимуляції, появу мотивації, покращення концентрації уваги та розвитку пам'яті, полегшення емоційного болю від тяжкої втрати, виховання почуття любові до себе і віри в себе, почуття відповідальності, зменшення стресу і зняття агресії, можливості для соціалізації, поліпшення координації руху рук і отримання початкових трудових компетенцій».

Працюючи з рослинами, людина відчуває себе часткою прекрасної природи, дбає про неї, що, у свою чергу, буде мати позитивний вплив на процес соціалізації та адаптації. «Сад – це безпечне місце з доброзичливою атмосферою, куди кожен може прийти. Рослини викликають відчуття миру і спокою. Для рослин не має значення, якого кольору шкіра людини, ходить вона у дитячий садок чи коледж, бідна вона чи багата, здорова чи хвора. Рослини будуть розквітати, коли про них піклуються. Таким чином, у саду кожен може знайти впевненість в собі».

ЛІТЕРАТУРА

1. Гопкало Т.В., Книш А.Є. Садотерапія як метод зняття стресу та один з аспектів соціального розвитку. (2025).

2. Кихтюк, О. Садотерапія як метод психологічної підтримки особистості в мінливому світі. PERSONALITY AND SOCIETY, 122.

3. Колток Л. Природотерапія як складова здоров'язберігаючого середовища в новій українській школі. Підготовка майбутніх педагогів у контексті стандартизації початкової освіти. 168 с.

4. Стюарт-Сміт С. (2021). Садотерапія. Як позбутися бур'янів у голові / пер. з англ. Я. Філоненко. Київ: Yakaboo Publishing.

5. Шевченко Л.С., & Санжаровська, Т. Ю. (2024). Садотерапія як важливий інструмент реабілітаційного процесу (Doctoral dissertation, Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»).

6. Craig J.M., Logan, A. C. & Prescott, S. L. (2016) Natural environments, nature relatedness and the ecological theater: connecting satellites and sequencing to shinrin-yoku. Journal of Physiological Anthropology, 35, 1.

7. Бонацці Даниела Сільва-Родрігес URL: <https://www.htinstitute.org/blog/horticultural-therapy-program-for-trauma-survivors/>

ЕКОТРИВОГА ЯК ПСИХОЛОГІЧНИЙ ВИКЛИК ДЛЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ТА ЗДОРОВ'Я ГРОМАДЯН

Жогло О. В., викладач,

Вовк Н. П., канд. пед. наук, доц.,

Черненко О. М., канд. мед. наук, доц.

Національний університет цивільного захисту України

Сучасні екологічні виклики, зокрема зміни клімату, забруднення довкілля, надзвичайні ситуації природного та техногенного характеру, призводять до зростання психоемоційного навантаження на людину, що вимагає посиленої уваги до психологічних аспектів безпеки праці та здоров'я громадян.

Одним із нових феноменів у цій сфері є екотривожність (eco-anxiety) – стан хронічного занепокоєння та страху через загрози для екологічного середовища і майбутніх поколінь.

Психометрична адаптація української версії шкали екотривожності Hogg Eco-Anxiety Scale (HEAS-UA) дозволила визначити рівень проявів цього феномену серед українського населення [1]. Інструмент охоплює такі компоненти, як емоційна тривога, румінації, поведінкові реакції та занепокоєння щодо власного впливу на довкілля.

Застосування HEAS-UA в наукових дослідженнях підтверджує її адекватність та валідність для використання в нашій культурі.

Міжнародні дослідження демонструють, що екотривожність є двозначним психологічним феноменом. З одного боку, високий рівень екотривоги пов'язаний із підвищеною тривожністю, депресією та зниженням психічного здоров'я, особливо серед молоді [2]. З іншого, помірний екотривожність може сприяти проактивній екологічній поведінці, формуючи позитивний вплив на психоемоційний стан та відчуття контролю над екологічними викликами [3]. Цей механізм важливо враховувати при розробці програм профілактики професійного вигорання та психоемоційної підтримки.

В умовах професійної діяльності в зонах підвищеного екологічного ризику (працівники екологічних служб, рятувальники, медики, волонтери) екотривожність може виступати додатковим фактором стресу, підсилюючи втому, зниження уваги та працездатності. Врахування цього аспекту є важливим для системи охорони праці і здоров'я громадян, що потребує впровадження інструментів ранньої діагностики та психологічної підтримки [4].

Для мінімізації негативних наслідків екотривожності рекомендується розробка комплексних програм психологічної адаптації, які включають психопрофілактичні тренінги, розвиток копінг-стратегій, формування екологічної свідомості та активізацію соціальної підтримки. Такий підхід

сприятиме збереженню психологічної безпеки та підвищенню ефективності праці в екстремальних умовах.

Таким чином, екотривожність – це актуальна психологічна проблема, яка потребує системного вивчення та врахування в практиці охорони праці і громадського здоров'я, особливо в контексті зростання екологічних загроз та змін клімату.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кряж І., Баранов В. Психометрична перевірка україномовної версії шкали еко-тривоги Т. Хогг (HEAS-UA) // Інсайт: психологічні виміри суспільства. 2025. № 13. С. 117–141. <https://insight.journal.kspu.edu/index.php/insight/article/view/291>.

2. Hickman C., Marks E., Pihkala P. The relationship between climate change and mental health: a systematic review of the association between eco-anxiety, psychological distress, and symptoms of major affective disorders // *Lancet Planet Health*. 2022. Vol. 6, No. 6. P. e504–e513. <https://doi.org/10.1186/s12888-024-06274-1>.

3. Tugrul A., Onat S., Ayaz N. The effect of eco-anxiety on pro-environmental behaviors and mental well-being: a parallel mediation model // *BMC Psychology*. 2025. Vol. 13, No. 1. P. 101. <https://bmcp psychology.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40359-025-03501-6>.

4. Ojala M., Linnerud M., Kjellgren A. The Impact of Eco-Anxiety and Extreme Weather Proximity on Young People's Happiness and Life Satisfaction: A Natural Experiment // *Journal of Environmental Psychology*. 2023. Vol. 84. P. 101822. <https://doi.org/10.1007/s10902-025-00950-z>.

УДК 331

УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВАХ МАЛОГО ТА СЕРЕДНЬОГО БІЗНЕСУ: ПРОБЛЕМИ ТА РІШЕННЯ

Зелюк Я. Р., здобувач,

Шароватова О. П., канд. пед. наук, доц.

Національний університет цивільного захисту України

В умовах інтенсифікації заходів щодо реалізації Цілей сталого розвитку забезпечення охорони праці на підприємствах малого та середнього бізнесу є одним із ключових факторів соціальної стабільності та економічного розвитку держави. Ефективна система управління охороною праці дозволяє зменшити виробничий травматизм, зберегти здоров'я працівників та підвищити продуктивність підприємств.

Основними проблемами у сфері охорони праці на підприємствах малого та середнього бізнесу є:

- обмежене фінансування заходів безпеки;
- відсутність спеціалізованих служб або відповідальних осіб за охорону праці;
- формальний підхід до проведення навчання та інструктажів;
- низька культура безпеки серед персоналу;
- недостатній контроль та консультативна підтримка держави.

Ефективне управління охороною праці вимагає інтеграції системи безпеки у загальну структуру управління підприємством, оцінки ризиків, моніторингу умов праці та постійного вдосконалення процедур.

Основні напрями удосконалення управління охороною праці на підприємствах малого та середнього бізнесу включають:

- розробку адаптованих систем управління безпекою, які враховують специфіку невеликих підприємств;
- впровадження сучасних цифрових інструментів для контролю та навчання персоналу;
- підвищення рівня мотивації працівників до дотримання вимог безпеки;
- активізацію державного контролю та консультативної допомоги;
- фінансову підтримку заходів з охорони праці через гранти, пільгові кредити та програми.

В означеному контексті ключовими завданнями є:

- забезпечення безпечного виробничого середовища;
- підвищення професійної підготовки кадрів;
- впровадження інноваційних технологій безпеки;
- формування культури безпечної поведінки серед працівників та керівництва підприємств.

Формування культури безпеки на підприємствах малого та середнього бізнесу є запорукою зниження кількості нещасних випадків, збереження життя та здоров'я працівників і підвищення ефективності виробництва.

Управління охороною праці на підприємствах малого та середнього бізнесу потребує комплексного підходу, що поєднує внутрішню відповідальність керівників і працівників, державну підтримку та використання сучасних технологій. Рівень реалізації цих заходів є вкрай важливим, оскільки безпосередньо впливає на соціально-економічну стабільність і конкурентоспроможність України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 р.
2. Кодекс законів про працю України: чинне законодавство.
3. ДСТУ ISO 45001:2019. Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2019.
4. Труш О. В. Управління охороною праці на підприємстві: навч. посіб. К.: КНЕУ, 2020.
5. Півень, І.М. Мотивація персоналу до дотримання вимог безпеки праці: сучасні підходи та методи // Охорона праці і пожежна безпека. 2022. №3. С. 45 – 49.
6. Державна служба України з питань праці. Аналітичний звіт про стан охорони праці в Україні за 2024 рік. Київ, 2025.

СТВОРЕННЯ ПРОТИПОЖЕЖНИХ МАСКУВАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

*Костенко Т. В., д-р техн. наук, професор
Горбатюк Р. Ю., Гречка Н. В., здобувачі
Національний університет цивільного захисту України*

Актуальність теми обумовлена численними випадками ураження об'єктів ДСНС України внаслідок ворожих обстрілів під час повномасштабної війни. Значні втрати припадають на оперативний транспорт і особовий склад. Це вимагає нових підходів до протипожежного захисту в умовах надзвичайних ситуацій і воєнних дій шляхом розробки концепції маскувальних засобів з протипожежними властивостями.

Використання боєприпасів касетного типу пов'язане з розльотом значної кількості уражальних елементів з високою кінетичною енергією і невеликою масою та утворенням ударної хвилі що розповсюджується повітрям після вибуху. Зниження кінетичної енергії вибухової хвилі та осколків касетних боєприпасів є необхідною вимогою для захисту особового складу та спеціальної техніки. Перспективним є вдосконалення відомих технічних рішень з виготовлення маскувальної сітки шляхом підвищення захисту об'єкту маскування від дії полум'я та зменшення впливу на нього кінетичних факторів касетних боєприпасів за рахунок включення до складу маскувального засобу композиції з пористого матеріалу з вогнегасними та енергопоглинаючими властивостями.

Запропоновано маскувальний протипожежний засіб [1], що має свої особливості та переваги:

- використання спеціального матеріалу забезпечує стійкість до високих температур та відкритого вогню;
- розміщення пластин з певними проміжками створює нерівномірну поверхню, що ефективно ускладнює виявлення об'єкта;
- конструкція маскувального засобу є легкою, гнучкою та зручною у транспортуванні та встановленні.

Авторами розраховано, що для виготовлення протипожежного маскувального засобу площею 60,5 м² для пожежного автомобіля АЦ-4,5-60 необхідно виготовити 2689 квадратних пластин розміром 0,1×0,1 м, товщиною 1 см. Пластини розміщуються між двома шарами сітки з чарунками 5×5 см, рівномірно розподілені по всій площі покриття. Матеріал пластин виготовляється шляхом спінювання композиції на основі карбамідоформальдегідної смоли та мінерального наповнювача. Загальна маса сировини складає 73,5 кг.

В тому випадку, коли на маскувальну сітку впливає полум'я, відбувається плавлення олігомерної складової композиції з одночасним випаровуванням фізично і хімічно зв'язаної води у наповнювачі. Це супроводжується

збільшенням газових бульбашок у структурі композиції, вона збільшується у об'ємі, що означає посилення ізоляції від теплових потоків до поверхонь об'єкта, що захищається. Кисневий індекс такого композитного матеріалу складає більш 40 %, тобто він є негорючим. При спучуванні пінопласту виділяються пари води і двооксиду вуглецю, як продукту розкладання олігомеру. Полум'я не розповсюджується поверхнею пластин, за рахунок збільшення їх об'єму перекриваються зазори між пластинами, тобто утворюється суцільна броня проти впливу тепла.

При дії ударної хвилі від вибуху, а також ураженні елементами касетного боєприпасу, маскувальна сітка поглинає частку кінетичної енергії від вдару, перерозподіляючи її на переміщення сітчастих полотен та руйнування синтетичних ниток і твердих пластин з твердої піни олігомеру між бульбашками, а також на стискання газів що заповнюють ці порожнини.

Таким чином, наявність запропонованої маскувальної сітки, яка виступає певним бар'єром для ударної хвилі, призводить до зменшення величини ударної хвилі.

Розроблені пропозиції можуть бути використані для виготовлення нових типів маскувальних засобів для захисту оперативного транспорту, будівель і споруд підрозділів ДСНС України, Збройних Сил України, інших служб цивільного захисту, що дозволяють підвищити рівень збереження матеріальних об'єктів та особового складу в умовах впливу високих температур і вибухових навантажень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Спосіб виготовлення протипожежного маскувального засобу: пат. на корисну модель №156816 / заявник та власник ДВНЗ «Донецький національний технічний університет». Опубл. 07.08.2024, Бюл. № 32.

УДК 331.41

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО АТЕСТАЦІЇ ТА ПАСПОРТИЗАЦІЇ РОБОЧИХ МІСЦЬ ЗА УМОВАМИ ПРАЦІ

Лавриненко О. С., здобувач,

Шароватова О. П., канд. пед. наук., доц.,

Національний університет цивільного захисту України

Атестація та паспортизація робочих місць – визначення фактичних умов праці, рівня шкідливих та небезпечних факторів, а також забезпечення соціального захисту працівників – є важливими складовими системи управління охороною праці [1].

Сучасні підходи до реалізації означених питань базуються на принципах:

- комплексності оцінки – оцінюється не лише фактор середовища (шум, вібрація, освітлення тощо), а й психофізіологічні навантаження;
- автоматизації процесів – використання цифрових платформ і баз даних (електронний паспорт робочого місця);
- відповідності міжнародним стандартам – атестація стає частиною постійного моніторингу ризиків із залученням незалежних лабораторій, акредитованих за міжнародними стандартами;
- ризик-орієнтованого підходу – акцентується не лише на наявності факторів, а й на оцінці ймовірності шкоди та її наслідків.

У країнах ЄС та США замість традиційної атестації застосовують систему оцінки професійних ризиків. Працівники залучаються до оцінки умов праці та мають доступ до результатів моніторингу.

До європейської моделі, де замість формальної перевірки акцент робиться на профілактиці ризиків, поступово переходить і Україна.

Проблемні питання даного сектору визначають: недостатня оновленість нормативних документів; формальний підхід до атестації на окремих підприємствах; відсутність єдиної електронної бази даних; необхідність уніфікації методик вимірювання; підвищення кваліфікації фахівців.

Війна подекуди спричиняє докорінну зміну технологій, обладнання, організації праці, логістики, що ускладнює відповідність «типовим виробничим умовам», на яких зазвичай базується атестація. Через воєнний стан, небезпечну ситуацію чи вимушене припинення діяльності підприємства проведення атестації відкладається або унеможлиблюється [2]. Хоча нормативні зміни введені, на практиці залишаються питання, чи обов'язковою є атестація під час війни, чи яким чином її строки коригуються. В умовах бойових дій чи переміщення підприємств/обладнання зростає ризик втратити матеріали атестації (що мають зберігатись 50 років). Якщо атестація не проведена вчасно чи під час змінених умов, це порушує право працівників на пільгову пенсію, відпустки, компенсації.

Відтак, очевидні тенденції:

- реформування системи охорони праці, при якій процедура атестації має бути адаптована до нових реалій (законопроект «Про безпеку та здоров'я працівників на роботі», урахування особливостей воєнного стану);
- необхідності автоматизації збору даних, паспортизації робочих місць з використанням цифрових платформ, що підвищить точність і швидкість процедури;
- переходу від формальної оцінки до аналізу ризиків, що дозволить не лише класифікувати умови, але й впроваджувати заходи для їх поліпшення;
- атестації та паспортизації як інструменту реалізації принципів Міжнародної організації праці і Цілей сталого розвитку («Гідна праця та економічне зростання»);
- підвищення кваліфікації фахівців з охорони праці, формування культури безпеки праці, що підсилить значення атестації як інструмента управління;

– фокусу на поствоєнному відновленні та нових умовах праці.

Отже, в умовах воєнного та повоєнного стану процедура атестації має адаптуватись до нових реалій – змінене виробництво, пошкоджені приміщення, нові ризики. Руйнування енергетичних об'єктів, підприємств хімічної та нафтопереробної галузі створює вторинні екологічні катастрофи, наслідки яких відчуваються роками. На таких територіях виникає загроза отруень, займання токсичних речовин, поширення радіаційного чи хімічного забруднення. Працівники, які беруть участь у ліквідації таких аварій, мають справу з подвійним ризиком – фізичним (вибухи, руйнування) і екологічним (забруднення повітря, ґрунтів, води). Це потребує використання нових підходів до атестації робочих місць, коли оцінюються не лише виробничі, а й екологічні фактори.

Повоєнна відбудова України має стати не просто відновленням зруйнованого, а створенням безпечнішої та екологічно стійкої системи праці. Використання екологічно чистих технологій, перехід на відновлювані джерела енергії, створення енергоефективних підприємств і впровадження принципів «зеленої» безпеки праці – усе це допоможе знизити ризики для працівників і природи одночасно. Таким чином, сучасна система охорони праці має інтегрувати екологічний моніторинг, щоб будь-яке нове виробництво проходило не лише санітарно-гігієнічну, а й екологічну оцінку. Такий підхід забезпечить сталий розвиток і відновлення країни без повторення екологічних і техногенних помилок минулого.

ЛІТЕРАТУРА

1. Постанова Кабінету Міністрів України від 01.08.1992 р. № 442 «Про Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці».
2. Постанова Кабінету Міністрів України від 30.06.2023 р. № 660 «Про внесення зміни до пункту 4 Порядку проведення атестації робочих місць за умовами праці».

СУЧАСНИЙ СТАН ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ, ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ ТА ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

*Лебедович Є. Є., провідний інспектор,
ГУ ДСНС України в Харківській області,
Афанасенко К. А., канд. техн. наук, доц.
Національний університет цивільного захисту України*

Головним критерієм віднесення підприємств, установ чи організацій до об'єктів критичної інфраструктури (далі – ОКІ) є визнання того, що наслідки порушення сталого функціонування одного або низки їхніх підрозділів, можуть спричинити надзвичайні ситуації або мати негативний вплив на стан різних галузей соціального розвитку.

Однією з важливих умов є визначення рівня негативного впливу на життєдіяльність населення у разі знищення, пошкодження або порушення функціонування об'єкта критичної інфраструктури.

Після віднесення підприємства, установи чи організації до об'єкта критичної інфраструктури, відповідно до нормативно-правової бази [1, 2], оператор ОКІ повинен розробити План захисту за кожною із проектних загроз національного, секторального та об'єктового (у разі наявності) рівня відповідно до форм планів захисту та рекомендацій з розроблення планів захисту.

Плани захисту підлягають обов'язковому погодженню відповідними функціональними органами, до яких, зокрема, належать МОЗ, Міноборони, Держспецзв'язку, ДСНС, Національна поліція.

Згідно з наказом ДСНС України від 08.12.2023 р. № 896 (у редакції наказу ДСНС від 23.07.2024 р. № 769) оператор розробляє план захисту за проектною загрозою національного рівня «Пожежі та вибухи» відповідно до Рекомендацій та Форми плану захисту із забезпечення цивільного захисту, пожежної та техногенної безпеки на об'єктах критичної інфраструктури.

В цьому плані захисту включаються заходи щодо забезпечення цивільного захисту, пожежної та техногенної безпеки такі як: укриття працівників ОКІ в захисних спорудах цивільного захисту та спорудах подвійного призначення; інженерного захисту насосних станцій та розподільчих вузлів і трубопроводів пожежогасіння; забезпечення ОКІ первинними засобами пожежогасіння та запасом вогнегасних речовин (піноутворювача, порошку тощо); заходи щодо підтримання експлуатаційної придатності систем зовнішнього та внутрішнього протипожежного водопостачання; заходи щодо підтримання експлуатаційної систем протипожежного захисту; індивідуального захисту персоналу ОКІ та інші заходи щодо забезпечення цивільного захисту, пожежної та техногенної безпеки, у тому числі інженерно-технічні заходи цивільного захисту.

Окрім цього, з урахуванням воєнного стану оператор розробляє план захисту, що передбачає заходи із захисту і протидії повітряному та артилерійському нападу, а саме План захисту ОКІ від проектної загрози критичної інфраструктури національного рівня «Удари засобами повітряного нападу та ракетно-артилерійські удари (обстріли)».

Цей План захисту включає в себе заходи щодо захисту окремих критичних елементів від наслідків нападів збройної агресії, а саме: заходи щодо протидії ударних БпЛА; заходи із застосуванням біг-бег габіонів; та інші інженерні заходи щодо захисту критичних елементів ОКІ.

З метою підвищення захисту, безперервного функціонування ОКІ та забезпечення соціально розвитку України в умовах воєнного стану, необхідно внести наступні зміни щодо розробки та наповнення Плану захисту від проектної загрози критичної інфраструктури національного рівня «Удари засобами повітряного нападу та ракетно-артилерійські удари (обстріли)», а саме:

– з метою мінімізації наслідків залучати фахівця цивільного захисту, з відповідним погодженням в Плані захисту;

– включення заходів щодо прямої взаємодії між територіальними органами ДСНС України, Міністерством оборони України та операторами ОКІ для оперативного реагування на кризові ситуації, пов'язані із забезпеченням безпеки та стійкості критичної інфраструктури.

Також, з метою запобігання виникнення надзвичайних ситуацій, пожеж, вибухів та захисту ОКІ загалом, необхідно розробити нові методи та заходи, у тому числі провести оптимізацію вже існуючих вимог щодо впровадження інженерно-технічних заходів захисту ОКІ.

Для підвищення сталого та безперервного функціонування ОКІ, потрібно розробити нові стандарти побудови та влаштування захисних споруд окремих критичних елементів. Перед побудовою даних захисних споруд необхідно враховувати наступні фактори:

1. Захист від прямого влучання боєприпасів.
2. Захист від пожеж та вибухів.
3. Захист від падіння уламків боєприпасів.
4. Наявність поблизу інших окремих критичних елементів/установок.
5. Впровадження автономних систем пожежогасіння та пожежної сигналізації.
6. Можливість проведення технічного обслуговування установок.
7. Наявність систем оповіщення у разі несправності або виникнення аварійного стану окремої критичної системи/установки.
8. Наявність засобів радіо-електронної боротьби та протиповітряної оборони.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про критичну інфраструктури: Закон України від від 16.11.2021 № 1882-IX. Дата оновлення: 21.09.2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1882-20#Text> (дата звернення: 21.10.2025).

2. Деякі питання паспортизації об'єктів критичної інфраструктури: Постанова Кабінету Міністрів України від 04.08.2023 № 818. Офіційний вісник України, 2023 р., № 77.

УДК 614.84

БЕЗПЕКА НАСЕЛЕННЯ ПІД ЧАС РУЙНУВАННЯ РВС: РОЗРОБКА СЦЕНАРІЇВ ВИНИКНЕННЯ ТА РОЗВИТКУ ПОЖЕЖІ

Липовий В. О., канд. техн. наук, доц., доцент кафедри

Єзерська Ю. М., здобувач вищої освіти

Національний університет цивільного захисту України

Основною спрямованістю сучасних підходів до забезпечення пожежної безпеки, що базуються на концепції «прийняттого ризику», є зниження ймовірності загибелі людей.

Оцінка пожежного ризику відповідно до Методики [1] включає побудову сценаріїв виникнення та розвитку пожеж (аварій), що тягнуть за собою загибель людей.

Як вихідні дані використовували наведені раніше відомості [2] про 122 випадки миттєвого руйнування РВС, що сталися в резервуарних парках об'єктів ПЕК України. На рисунку 1 наведено діаграму розподілу руйнувань РВС залежно від класу рідин (де $T_{сп}$ – температура спалаху парів нафти (нафтопродуктів), $^{\circ}C$).

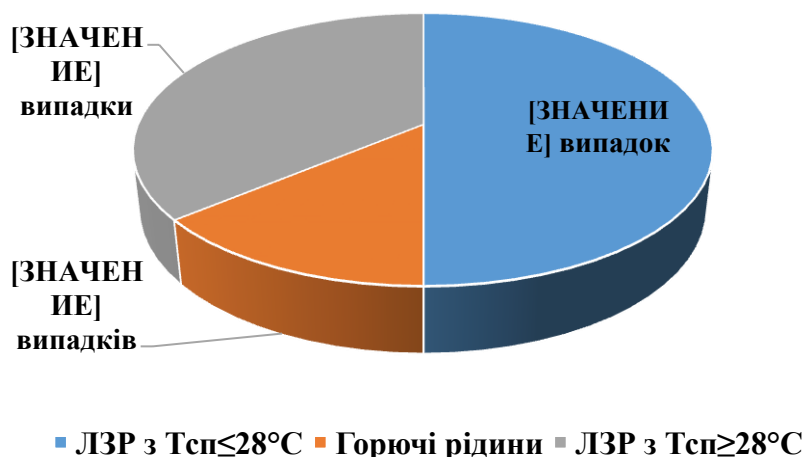


Рисунок 1 – Діаграма розподілу руйнування РВС на об'єктах ПЕК за класами рідин

Згідно з наявними описами реальні аварії РВС, крім руйнувань захисних огорож та/або переливання через них хвилі прориву, характеризуються такими наслідками. Після руйнувань РВС з нафтою або нафтопродуктами з температурою спалаху, що не перевищує 28°C , у 39 випадках відбувалося миттєве займання нафтопродукту, що надійшов у відкритий простір, у 10 випадках – утворення та подальше займання пароповітряної суміші, в 12 випадках не відбувалося ні миттєвого займання продукту, ні подальшого займання пароповітряної суміші чи проливу, тобто аварії не супроводжувалися виникненням пожежі-спалаху, хвилі надлишкового тиску чи пожежі проливу. Аварійні руйнування РВС із нафтопродуктами, що мають температуру спалаху більше 28°C , у 9 випадках супроводжувалися миттєвим займанням, у 4 випадках – наступним займанням. У 31 випадку при виході до відкритого простору продукту не відбувалося миттєвого займання. Руйнування РВС з горючими рідинами (17 випадків аварій) відбулися з утворенням хвилі прориву, що вийшла за межі захисної огорожі.

Іншою особливістю розвитку пожежонебезпечної ситуації, пов'язаної з утворенням палаючої хвилі прориву при руйнуванні РВС, є виникнення та вплив двох небезпечних факторів: вплив хвилі прориву та теплового випромінювання пожежі проливу (48 випадків), що вказує на необхідність обліку таких сценаріїв при розробці логічного дерева подій.

За результатами аналізу статистичних даних та виявлених особливостей виникнення початкової пожежонебезпечної події – миттєвого руйнування РВС – розроблені сценарії його розвитку, які представлені на рис. 2.

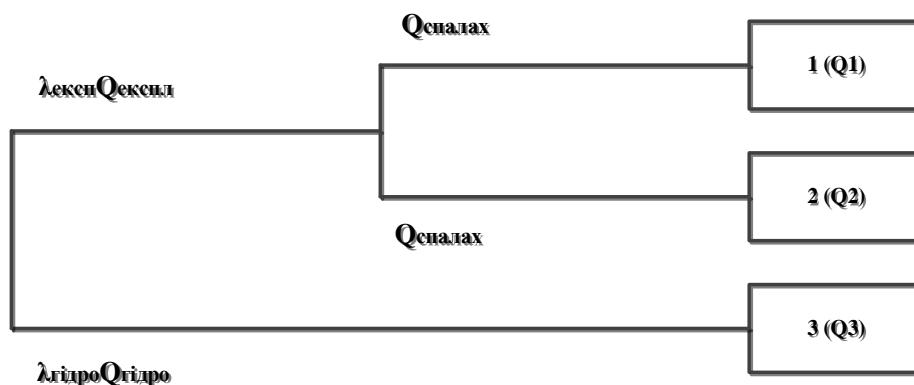


Рисунок 2 – Логічна схема розвитку пожежі (аварії) при миттєвому руйнуванні РВС

ЛІТЕРАТУРА

1. Про затвердження Методики оцінювання ризиків виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру та пожеж: Наказ Міністерства внутрішніх справ України від 13.10.2023 року № 836. Офіційний вісник України. 2023. № 101, с. 289.

2. Онищенко В.О. та інш. Ефективні конструктивно-технологічні рішення об'єктів зберігання нафти і нафтопродуктів у складних інженерно-геологічних умовах: монографія. Полтава: ФОП Пусан А.Ф., 2019. 233 с.

УДК 614.8

БЕЗПЕКА ПРАЦІ: ВИЗНАЧЕННЯ ПЛОЩІ РОЗТІКАННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ РІДИН ЗА ДОПОМОГОЮ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДУ

Ліла Є. І., курсант,

Афанасенко К. А., канд. техн. наук, доц.,

Головченко С. І., канд. економ. наук, ст. викладач

Національний університет цивільного захисту України

У сучасних умовах, коли питання пожежної безпеки та екологічної стабільності набувають особливої актуальності, важливим є вивчення поведінки рідин на різних поверхнях [1]. Одним із ключових параметрів є площа розливу, що визначає кількість випаруваної рідини та потенційні межі поширення небезпечних або горючих парів. Для проведення таких досліджень створено експериментальний стенд, який дозволяє з високою точністю визначати площу розливу рідини залежно від її властивостей та типу поверхні (рис. 1).

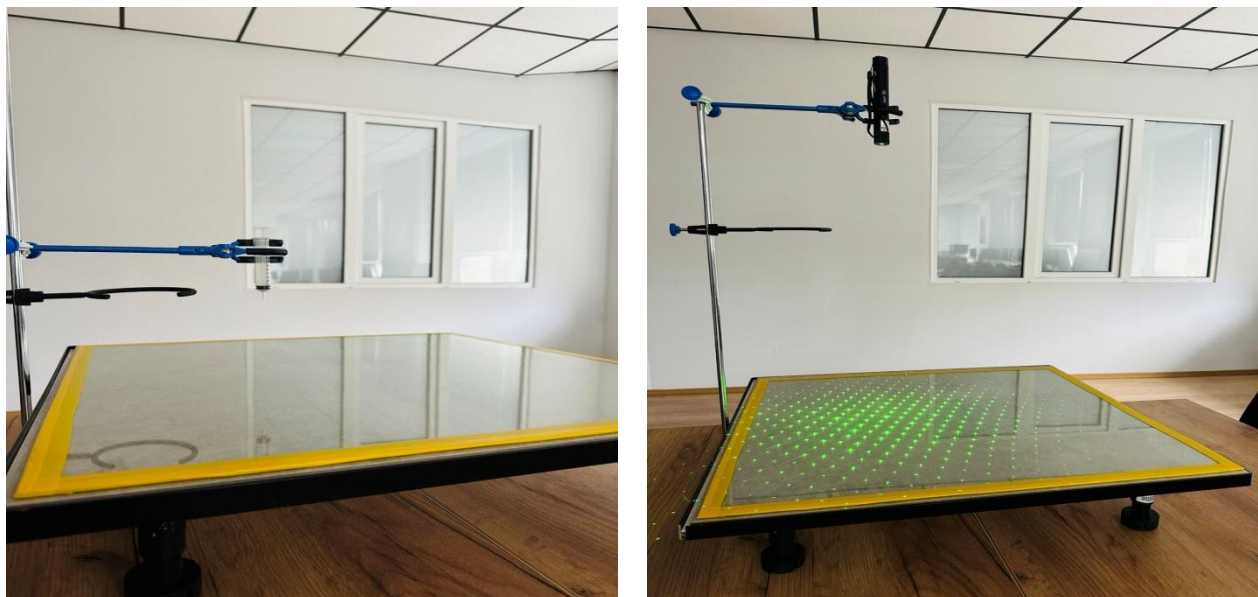


Рисунок 1 – Зовнішній вигляд лабораторного стенду

Експериментальний стенд складається з міцної металевої основи, встановленої на чотирьох регульованих ніжках. Така конструкція дає можливість точно виставити рівень горизонтальної площини та забезпечити

стабільність під час проведення досліду. Для додаткового контролю точності на бічних частинах основи розміщено два бульбашкові рівнеміри, які дозволяють точно вирівняти стенд перед початком експерименту. Це дає змогу уникнути похибок або звести їх до мінімуму, спричинених навіть незначним нахилом чи нерівністю поверхні, що є критично важливим для забезпечення достовірності вимірювань. Збоку конструкції розміщено металевий штатив, на верхівці якого встановлено регульовану лапу-затискач. В цьому затискачі розміщується шприц/колба із досліджуваною рідиною, що дозволяє дозовано подавати рідину на поверхню з однакової висоти та під однаковим кутом у кожному експерименті. Поверхня, на яку здійснюється розлив, повинна бути ідеально чистою, гладкою та сухою – без тріщин, подряпин чи залишків попередніх дослідів. Це забезпечує сталі умови проведення експерименту та мінімізує вплив зовнішніх факторів на процес розтікання.

Для досліджень застосовуються керамічні плитки та скляні пластини (можливе використання інших видів поверхонь), що дає змогу порівнювати поведінку рідин на різних типах поверхонь. Після подачі рідини зі шприца/колби, коли на поверхні утворюється пляма, у тримачі стенду фіксується лазерний проєктор, який створює сітку з горизонтальних і вертикальних ліній над поверхнею розливу. Лазерна сітка дозволяє з високою точністю визначати межі розтікання рідини та розраховувати площу покриття, навіть при мінімальних відмінностях у формі чи густині розливу. Усі операції виконуються поступово та з підвищеною обережністю, уникаючи різких рухів або вібрацій, які можуть вплинути на форму плями чи положення лазерного проєктора. Дотримання цих умов забезпечує отримання відтворюваних і достовірних результатів, необхідних для подальшого аналізу характеристик розливу рідин і визначення їх пожежної небезпеки.

Метою створення даного експериментального стенду є забезпечення можливості визначати площу розливу рідин різного типу – горючих, технічних, побутових – на різних поверхнях з певною точністю. Стенд дозволяє систематично та безпечно проводити експерименти, контролюючи висоту подачі рідини, тип поверхні та умови розливу, що є ключовим для отримання відтворюваних результатів.

Актуальність стенду обумовлена потребою у практичному та наочному інструменті, який дозволяє оцінювати пожежну небезпеку рідин та потенційні межі їх розтікання без значних витрат і з мінімальним ризиком.

Створений експериментальний стенд є універсальним, безпечним та точним інструментом для дослідження розливу рідин різного типу на різних поверхнях. Він дозволяє систематично оцінювати пожежну небезпеку, межі розтікання та поведінку рідин, забезпечуючи відтворюваність та достовірність результатів.

Отримані дані мають високу практичну цінність: вони можуть застосовуватися для навчання персоналу, розробки методик локалізації розливів, створення математичних моделей та рекомендацій з пожежної безпеки, а також для професійного експертного аналізу аварійних ситуацій.

ЛІТЕРАТУРА

1. A single-camera synthetic Schlieren method for the measurement of free liquid surfaces. URL: <https://arxiv.org/abs/2110.12744>. Дата звернення: 21.10.2025.
2. Computer vision-based recognition of liquid surfaces and phase boundaries in transparent vessels. URL: <https://arxiv.org/abs/1404.7174>. Дата звернення: 21.10.2025.

УДК 581.6, 613.5

РОЛЬ РОСЛИН У ФОРМУВАННІ МІКРОКЛІМАТУ ПРИМІЩЕНЬ ІЗ ВИСОКОЮ КОНЦЕНТРАЦІЄЮ ЛЮДЕЙ

Негрій Т. О., канд. техн. наук, доц.

Міхеєва А. О., магістр

Київський національний університет будівництва і архітектури

Якість внутрішнього повітря є визначальним чинником, що впливає на здоров'я, самопочуття та продуктивність людини, особливо в умовах інтенсивної урбанізації, коли понад 80 % часу люди проводять у закритих приміщеннях. Приміщення з високою концентрацією людей (відкриті офіси, навчальні аудиторії, громадські простори) характеризуються специфічними мікрокліматичними умовами, що безпосередньо впливають на фізичне здоров'я, психологічний комфорт та продуктивність користувачів. У таких умовах спостерігається підвищений рівень летких органічних сполук (ЛОС), що виділяються будівельними матеріалами, меблями та офісною технікою. Крім того, ускладнюється підтримка оптимальної температури та відносної вологості повітря. Біологічно орієнтовані рішення, такі як кімнатні рослини та інтегровані системи озеленення, пропонують ефективний і масштабований підхід до управління мікрокліматом у цих приміщеннях.

Метою дослідження є узагальнення сучасних наукових даних щодо впливу кімнатних рослин на формування сприятливого мікроклімату у приміщеннях, де перебуває велика кількість людей, а також визначення напрямів удосконалення подальших досліджень.

Однією з ключових функцій рослин у приміщеннях є регулювання відносної вологості. У приміщеннях із високою щільністю відвідувачів людське дихання та потовиділення підвищують вологе навантаження, проте у разі роботи систем опалення або кондиціонування повітря часто виникає дефіцит вологості. Рослини сприяють підтриманню оптимальної вологості шляхом транспірації -процесу випаровування води, поглиненої корінням, через листя в навколишнє середовище [1]. Підтримка належного рівня вологості є критичною для фізіологічного комфорту та запобігання дискомфорту, пов'язаному із сухістю повітря.

У великих приміщеннях одного лише використання окремих горщиків рослин недостатньо для помітного впливу на мікроклімат. Для масштабного ефекту доцільно застосовувати інтегровані системи озеленення, зокрема зелені стіни (green walls). Наукові дослідження свідчать, що зелені стіни ефективно регулюють температуру та відносну вологість у приміщеннях: тепловий контроль (зелені стіни знижують температуру поверхонь через затінення та ефекти випарного охолодження); контроль вологи (рослинні вертикальні системи здатні підтримувати стабільний рівень вологості у великих об'ємах повітря) [2]. Таким чином, для приміщень із високою щільністю людей зелені стіни є більш перспективним рішенням, порівняно з традиційними горшковими рослинами, забезпечуючи значне і масштабове регулювання мікроклімату.

Висока концентрація людей у приміщенні супроводжується збільшенням джерел забруднення повітря, включаючи леткі органічні сполуки (наприклад, бензол, толуол, ксилол – ВТХ). Дослідження показують, що горшкові рослини (наприклад, *Dracaena deremensis*) можуть виконувати фітореMediaцію, тобто видаляти ЛОС з повітря. Важливу роль у цьому процесі відіграє не лише сама рослина, а й мікрокосм горщика, що включає ґрунт та пов'язані мікроорганізми. Польові дослідження в офісних приміщеннях підтверджують здатність цього мікрокосму значно знижувати концентрацію ЛОС [3]. Однак для досягнення суттєвого впливу на якість повітря необхідна достатня щільність озеленення, що зазвичай перевищує стандарти інтер'єрного дизайну.

Мікроклімат у приміщеннях має забезпечувати не лише фізичний, але й психологічний комфорт. Систематичні огляди та мета-аналізи свідчать, що наявність зелених елементів у приміщенні знижує рівень стресу, підвищує концентрацію уваги та працездатність. В офісах із рослинами працівники повідомляють про кращу концентрацію, нижчу втомлюваність і задоволення умовами праці. У навчальних закладах зелений інтер'єр сприяє зниженню тривожності у студентів та поліпшенню когнітивних результатів [4, 5].

Висновки. У приміщеннях із високою концентрацією людей кімнатні рослини, особливо інтегровані у системи зелених стін, відіграють значну роль у регулюванні мікроклімату. Але, проведення досліджень по оптимізації конструкцій зелених стін, визначення енергоефективності систем озеленення та проведення довготривалих (лонгітюдних) досліджень для оцінки впливу кімнатних рослин на підвищення довгострокової продуктивності, зниження хронічного стресу та частоти виникнення «синдрому хворої будівлі» в реальних умовах експлуатації ще потребують подальшого розвитку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Berger J., Essah E., Blanusa T. The impact of plants on the humidity of naturally-ventilated office indoor environments. *Journal of Building Engineering*. 2024. Vol. 86. P. 108814. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2024.108814> .

2. Current State of Indoor Air Phytoremediation Using Potted Plants and Green Walls / S. Bandehali et al. *Atmosphere*. 2021. Vol. 12, no. 4. P. 473. URL: <https://doi.org/10.3390/atmos12040473>.

3. Kolokotsa, D., & Santamouris, M. (2015). Review of the indoor environmental quality and energy consumption studies for low income households in Europe. *Science of the Total Environment*, 536, 316–330.

4. Impact of climate change on the domestic indoor environment and associated health risks in the UK / S. Vardoulakis et al. *Environment International*. 2015. Vol. 85. P. 299–313. URL: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.09.010>.

5. Building and Environment / M. Budaniya et al. *Building and Environment*. 2025. Vol. 274. P. 112785. URL: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2025.112785>.

УДК 658.382

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА МАШИННОГО ЗОРУ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ НА ПРЕСОВО-ШТАМПОВОМУ ОБЛАДНАННІ

*Овдієнко Є. О., аспірант
НУ «Запорізька політехніка»*

Штампове обладнання характеризується великими кінематичними енергіями, швидкими переміщеннями робочих органів та великою масою інструмента – це обумовлює високий рівень потенційної небезпеки для виробничого персоналу. Основними джерелами ризику є фізичний контакт руки / інструмента з робочою зоною пуансона або матриці, порушення інструкцій операторами (ручне коригування заготовки в небезпечний момент) та технічні відмови традиційних блокувальних систем.

Традиційні засоби захисту (механічні огороження, фотоелектричні бар'єри, дворучні вимикачі) зменшують ризики, проте не вирішують проблему раннього виявлення нетипової поведінки людини або нештатних ситуацій у реальному часі. Інтеграція машинного зору й алгоритмів штучного інтелекту до складу штампового обладнання, дає можливість перейти від пасивних бар'єрів до активних систем попередження й запобігання інцидентам [3], які здатні виявляти присутність людини або її кінцівок у зоні ризику та прогнозувати потенційні аварійні сценарії за дуже короткий час.

В загальному випадку, схема використання машинного зору й алгоритмів штучного інтелекту у складі штампового обладнання, має включати:

1. Джерела даних. Високошвидкісні індустриальні камери, синхронізовані з рухом преса, додаткові сенсори (датчики позиції, енкодери, фотоелектричні бар'єри).

2. Попередня обробка. Корекція кадру, фільтрація шуму, синхронізація за часом.

4. Детекція та сегментація. Моделі детекції об'єктів, що виділяють руки, інструменти, заготовки.

5. Класифікація та трекінг. Стеження за траєкторією об'єктів, визначення швидкості та напрямку, виявлення аномалій у поведінці.

6. Оцінка ризику. Поєднання правил безпеки (фіксовані пороги) та модельних прогнозів для оцінки ймовірності зіткнення.

7. Прийняття рішення. Локальна зупинка, аварійне блокування, подача попереджувального сигналу.

8. Логування та навчання. Збереження подій для аналізу та навчання моделей.

Подібна схема вже довела свою придатність у промислових моделях та дослідженнях [4]. До реалізованих сучасних рішень можна віднести наступні:

– промислова AI-відеоаналітика Siemens – комерційні рішення для інспекції і промислового зору, що демонструють можливість інтеграції з автоматикою пресів [1];

– платформи Vision-AI (комерційні стартапи) – рішення для моніторингу небезпечних зон, виявлення зняття огорожень, контролю принципу Lockout/Tagout (наприклад, ViAct, Visionify). Ці платформи вже впроваджуються у виробництві як додатковий рівень безпеки [2];

– дослідницькі проекти з застосуванням YOLOv8 для охорони пресів – експериментальні роботи показують високу точність детекції рук та розвитку небезпечних сценаріїв у контрольованих умовах [4].

До позитивних факторів від впровадження машинного зору й алгоритмів штучного інтелекту, можна віднести:

– автоматичне раннє виявлення небезпечних ситуацій, що дозволяє уникати травм і пошкоджень устаткування [3];

– збір і аналіз відеоданих дають змогу ідентифікувати причинно-наслідкові зв'язки інцидентів і оптимізувати робочі процедури;

– менше простоїв через аварії, скорочення витрат на компенсації та навчання.

До негативних факторів слід віднести високу вартість і термін окупності. Початкові інвестиції у камери, edge-обчислення, інтеграцію з програмованим логічним контролером та навчання персоналу можуть бути значними [1]. За оцінками, окупність проектів безпеки на основі штучного інтелекту може становити 2 – 3 роки залежно від масштабу й галузі [1]. Також помилкові зупинки негативно впливають на продуктивність, технічні рішення повинні бути ретельно збалансовані за чутливістю та стабільністю моделей [3].

Для розрахунку економічного впливу від впровадження машинного зору й алгоритмів штучного інтелекту при використанні штампового обладнання, слід враховувати багато факторів серед яких прямі й непрямі витрати від травм (лікування, компенсації, юридичні витрати), витрати на простої і ремонт обладнання, вартість системи (обладнання, інтеграція, навчання персоналу) та економія від зниження інцидентів й підвищення періоду безперебійної роботи.

Реалізація інтелектуальних систем безпеки, в умовах середньостатистичного підприємства, дає зниження витрат, що часто окупає інвестиції протягом 2–3 років, особливо на підприємствах з високою частотою операцій і високою вартістю простоїв. Конкретні розрахунки потребують моделювання на підставі затрат для кожного конкретного підприємства [1].

ЛІТЕРАТУРА

1. AI-based visual quality inspection. <https://www.siemens.com/global/en.html>. URL: <https://www.siemens.com/global/en/products/automation/topic-areas/industrial-ai/usecases/ai-based-quality-inspection.html> (date of access: 26.09.2025).
2. Ali S. Transforming Workplace Safety with AI: viact.ai. viAct.ai. URL: https://www.viact.ai/post/transforming-workplace-safety-with-ai-integration-of-generative-ai-and-computer-vision?utm_source=chatgpt.com (date of access: 26.09.2025).
3. Safety 4.0: Harnessing computer vision for advanced industrial protection / I. Yousif et al. Manufacturing Letters. 2024. Vol. 41. P. 1342–1356. URL: <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2024.09.161> (date of access: 26.09.2025).
4. Safety monitoring system of stamping presses based on YOLOv8n Model / T.-N. Fung et al. IEEE Access. 2025. P. 1. URL: <https://doi.org/10.1109/access.2025.3553845> (date of access: 26.09.2025).

УДК 614.8

РОЗРОБЛЕННЯ АЛГОРИТМІВ ПРОГНОЗУВАННЯ НАСЛІДКІВ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

*Осадча М. С., здобувачка,
Шароватова О. П., канд. пед. наук, доц.,
Національний університет цивільного захисту України*

У сучасних умовах зростання кількості та масштабів надзвичайних ситуацій (НС) питання підвищення ефективності систем прогнозування, попередження та реагування набуває особливого значення. Складність і динамічність сучасних НС, а також значний вплив природних процесів та людського фактору вимагають використання новітніх технологічних підходів до аналізу ризиків.

Методи штучного інтелекту (ШІ) дозволяють здійснювати швидку обробку великих обсягів інформації, виявляти приховані закономірності у даних та створювати більш точні прогностичні моделі. Це уможливорює підвищення рівня готовності органів та підрозділів ДСНС до реагування на потенційні загрози та мінімізації негативних наслідків НС.

Для забезпечення ефективності управління у сфері цивільного захисту надзвичайно важливо мати можливість прогнозувати розвиток подій і завчасно оцінювати масштаби потенційних збитків. Традиційні математичні методи моделювання часто виявляються недостатньо гнучкими, адже вони не враховують природу багатьох процесів і складні взаємозв'язки між параметрами.

Застосування штучного інтелекту дозволяє створювати адаптивні моделі, здатні самостійно вдосконалюватися на основі нових даних [1, 2].

Розроблення алгоритмів прогнозування передбачає кілька ключових етапів:

- збір даних: інформація надходить із різних джерел (сенсорних систем моніторингу, метеостанцій, супутникових спостережень, баз даних попередніх НС), об'єднання таких джерел дає змогу створити комплексну картину ситуації;

- обробка та нормалізація даних: вихідна інформація часто містить похибки і пропуски, тому перед подачею в модель вона проходить масштабування та структурування;

- побудова й навчання моделі: на цьому етапі застосовуються методи нейронних мереж, дерев рішень, кластеризації або градієнтного бустингу;

- вибір методу залежить від характеру завдання: прогнозування масштабу події, динаміки її поширення та розвитку техногенної аварії;

- прогнозування та оцінка результатів: алгоритм формує прогноз розвитку події, оцінює зони можливого ураження, кількість постраждалих, збитки та потребу у силах реагування;

- візуалізація даних і підтримка рішень: результати аналізу відображаються у вигляді карт, графіків чи інтерактивних панелей, що дозволяє оперативно приймати управлінські рішення.

Особливої уваги потребує інтеграція алгоритмів ШІ з геоінформаційними системами (ГІС). Така комбінація забезпечує просторову прив'язку прогнозів і дозволяє моделювати розвиток НС у конкретних територіальних межах. Зокрема, при прогнозуванні НС алгоритм аналізує метеодані, рівень вологості, щільність рослинності, дані про попередні фактори і обставини, визначаючи найбільш ймовірні осередки виникнення надзвичайних подій. Для техногенних аварій система враховує характеристики підприємства, тип небезпечних речовин і метеоумови, що впливають на поширення забруднення.

Застосування таких алгоритмів у підрозділах ДСНС дає можливість зменшити час реагування, оптимізувати розподіл ресурсів і скоротити людські втрати. Крім того, використання ШІ сприяє створенню автоматизованих систем підтримки прийняття рішень, які здатні в реальному часі попереджати про ризики, формувати рекомендації та допомагати у плануванні дій під час ліквідації наслідків НС [3, 4].

Методи штучного інтелекту відкривають нові перспективи для розвитку систем цивільного захисту України. Їх застосування дозволяє підвищити точність прогнозів, оперативність реагування та обґрунтованість управлінських рішень. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розроблення

інтегрованих інформаційних платформ, які об'єднуюватимуть технології ШІ, засоби моніторингу та аналітики, а також удосконалення механізмів автоматизованої взаємодії між підрозділами ДСНС та іншими службами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бондар О. В. Системи підтримки прийняття рішень у сфері цивільного захисту. НУЦЗУ, 2021. 156 с.
2. Корольчук І.В., Руденко С.М. Інформаційно-аналітичні технології у прогнозуванні надзвичайних ситуацій. Харків: УЦЗУ, 2020. 172 с.
3. Korolov, A. Artificial Intelligence for Disaster Response and Risk Reduction. International Journal of Safety Science, 2022, Vol. 74, pp. 45–53.
4. ISO 22301:2019. Security and resilience – Business continuity management systems – Requirements.

УДК 331.4

ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВІЙНИ ЯК ФАКТОР ПРОФЕСІЙНОГО РИЗИКУ: ВЗАЄМОЗАЛЕЖНІСТЬ ТРУДОВОЇ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

*Павлик С. В., здобувач,
Шароватова О. П., канд. пед. наук, доц.,
Національний університет цивільного захисту України*

Війна в Україні створила безпрецедентні виклики для системи охорони праці та екологічної безпеки. Умови, в яких сьогодні працюють тисячі людей – від рятувальників до енергетиків, аграріїв, будівельників, – характеризуються підвищеним рівнем небезпеки, непередбачуваними ризиками та новими і ще не вивченими загрозами для здоров'я. Водночас воєнні дії мають глибокий і тривалий вплив на довкілля, що безпосередньо відображається на безпеці робочих місць і якості життя населення [1].

Бойові дії змінюють звичне середовище праці, перетворюючи навіть відносно безпечні професії на потенційно небезпечні. Руйнування інфраструктури, обстріли, заміновані території, перебої з електро- та водопостачанням створюють ситуації, коли роботодавці змушені забезпечувати працівникам захист у надзвичайних умовах. Особливу небезпеку становлять роботи з ліквідації наслідків вибухів, демонтажу зруйнованих споруд, збирання уламків боєприпасів, гасіння пожеж і розмінування. Працівники цих сфер піддаються дії небезпечних хімічних речовин, пилу, токсичних газів, мають підвищене психологічне навантаження.

Воєнні дії призводять до масштабного забруднення довкілля – у повітря, ґрунт і воду потрапляють важкі метали, вибухові речовини, нафтопродукти, отруйні гази. Руйнування промислових підприємств, складів пального, очисних

споруд і хімічних виробництв створює небезпечне тло, в якому змушені працювати тисячі людей. Ці екологічні забруднення стають факторами професійного ризику, оскільки підвищують ймовірність захворювань органів дихання, шкіри, серцево-судинної системи, а також довготривалих онкологічних наслідків. Працівники, що беруть участь у розчищенні територій або ремонті інфраструктури, опиняються на межі систем екологічної і професійної безпеки [2].

Питання безпеки праці в умовах війни неможна розглядати ізольовано від екологічного стану території. Відновлення виробництва після обстрілів, будівництво нових об'єктів або відновлювальні роботи на зруйнованих підприємствах потребують попередньої екологічної оцінки території. Якщо рівень забруднення перевищує гранично допустимі норми, працівники мають бути забезпечені засобами індивідуального захисту, а роботодавці – провести паспортизацію робочих місць з урахуванням нових ризиків. Таким чином, атестація робочих місць після бойових дій стає не лише трудовим, а й екологічним інструментом безпеки.

МОЗ України, Держпраці, ДСНС та міжнародні організації активно працюють над створенням системи моніторингу, яка б поєднувала контроль умов праці з оцінкою екологічних ризиків. Важливо, щоб під час повоєнного відновлення було враховано принципи сталого розвитку – відбудова має базуватись на ідеях «зеленої безпеки», коли охорона праці, екологічна безпека й здоров'я населення утворюють єдину систему управління ризиками.

У повоєнний період Україна зіткнеться з необхідністю масштабної екологічної та трудової реабілітації територій. Це передбачає проведення повторної атестації робочих місць, очищення ґрунтів від шкідливих речовин, впровадження сучасних систем вентиляції, моніторингу повітря і води, а також навчання персоналу роботі в умовах підвищеного ризику. Важливим напрямом стане інтеграція екологічних показників в систему управління охороною праці – адже здоров'я людини та стан довкілля є взаємопов'язаними складовими національної безпеки. Отже, війна показує, що охорона праці і охорона довкілля – це не паралельні, а взаємозалежні системи, які потребують комплексного підходу. Безпечна праця неможлива у забрудненому середовищі, а екологічне відновлення не може бути успішним без захисту людей, які його здійснюють. Саме синергія цих напрямів стає запорукою сталого відновлення України [1, 2].

Не менш важливою складовою є психологічна безпека працівників, адже тривала дія стресу, постійна небезпека обстрілів чи перебування у зонах бойових дій спричинюють емоційне виснаження, підвищену тривожність і втрату концентрації. Це, своєю чергою, підвищує ризик виробничих травм та аварій. Тому, психосоціальна підтримка працівників стає обов'язковим елементом системи безпеки в умовах реалій сьогодення. Впровадження програм ментального здоров'я, консультацій психологів, створення безпечних зон для відпочинку допомагають не лише зберегти життя людей, а й підвищують ефективність праці.

Таким чином, сучасна система охорони праці виходить за межі традиційних уявлень про безпеку людини на виробництві. Вона стає частиною ширшої концепції – еколого-соціальної безпеки, де захист працівника, довкілля і суспільства є взаємопов'язаними компонентами єдиної системи. Після війни саме така інтегрована модель стане основою формування безпечних робочих місць, чистого середовища і гідних умов праці, що відповідатимуть міжнародним стандартам та цілям сталого розвитку людства.

ЛІТЕРАТУРА

1. МОП (ILO). Towards Safe, Healthy and Declared Work in Ukraine – Independent Final Evaluation. 2023. URL: <https://www.ilo.org/projects-and-partnerships/projects/towards-safe-healthy-and-declared-work-ukraine>.

2. ОБСЄ (OSCE). Environmental Monitoring of the War Against Ukraine and Recovery Strategy. URL: <https://www.osce.org/node/536855>.

УДК 53.082.79 : 613.648.4

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ДЖЕРЕЛ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ МЕТОДОМ МОНТЕ КАРЛО

Пилипенко О. В., канд. техн. наук, доц.

Шаломов В. А., канд. техн. наук, доц.

*ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»,
Український державний університет науки і технологій*

Найбільш поширеним методом прогнозування і моделювання впливу джерел іонізуючого випромінювання на внутрішні органи людини є метод Монте Карло, що застосовується для визначення оцінки зовнішнього чи внутрішнього впливу іонізуючого випромінювання на загальний стан самопочуття людини. Цей метод дозволяє точно моделювати перенесення частинок у складних геометричних структурах людського тіла і визначати просторовий розподіл доз у різних органах. Отримані результати використовують в анатомії, біології, дозиметрії, ядерній медицині та радіаційному захисті.

Іонізуюче випромінювання взаємодіє з біологічними тканинами, викликаючи іонізацію в процесі самоіонізації, збудження атомів і пошкодження клітинних структур утворюючи аніони та катіони H^+ та OH^- , з подальшим впливом гідроксид-іону OH^- , що впливає на лужні властивості органів. Кількісна оцінка дозових навантажень на внутрішні органи є ключовим елементом аналізу ризику для здоров'я людини. Оскільки експериментальні вимірювання усередині організму неможливі, методи комп'ютерного моделювання, зокрема метод Монте Карло, набувають вирішального значення.

Метод Монте Карло базується на статистичному описі процесів взаємодії частинок з речовиною шляхом відтворення великої кількості випадкових історій.

У кожній історії відстежується траєкторія частинки, її енергія, напрямок руху, а також місця й типи взаємодій. Сумарний результат великої кількості таких симуляцій дозволяє отримати усереднені значення енергетичних відкладень у певних об'ємах тканин, що відповідає поглинутим дозам та описаний в методологічному підході розрахунку радіаційної шкоди [1].

Для побудови геометрії тіла людини використовуються анатомічні фантоми – воксельні або поверхневі моделі, які відтворюють форму та розташування основних органів. Кожному органу задається хімічний склад і густина, відповідні реальним біологічним тканинам. Це забезпечує коректність фізичного моделювання процесів взаємодії частинок (фотонів, електронів, нейтронів, α - і β -частинок).

Моделювання виконується із застосуванням програмних пакетів Geant4 або MCNP, які містять бази даних поперечних перерізів для основних типів частинок. Для досягнення статистично надійних результатів необхідно моделювати від 10^6 до 10^9 історій частинок. З метою оптимізації обчислень використовуються методи зменшення дисперсії (importance sampling, weight windows).

Результати розрахунків подаються у вигляді середньої поглинутої дози в органі (Gy) та еквівалентної дози з урахуванням коефіцієнтів якості випромінювання.

Метод Монте Карло дозволяє отримати детальні тривимірні карти розподілу дози у тілі людини. Для γ -випромінювання доза розподіляється більш рівномірно, тоді як для β - та α -частинок спостерігається сильна локалізація енерговиділення поблизу місця взаємодії.

Застосування чутливісного аналізу показує, що на дозу найбільше впливають: відстань від джерела до органу, енергетичний спектр випромінювання та густина тканин. Варіація цих параметрів може змінювати еквівалентну дозу на обраний для моделювання орган на 20 – 40%.

Для перевірки достовірності моделі результати порівнюються з експериментальними даними, отриманими на фізичних фантомах за допомогою термомінесцентних дозиметрів або OSL-детекторів. У межах статистичної невизначеності (1 – 5%) досягається хороша узгодженість із вимірюваннями. Також використовується порівняння з аналітичними розрахунками для простих геометрій, що підтверджує правильність реалізованих фізичних моделей.

Отримані дози можуть бути перетворені у значення ефективної дози відповідно до рекомендацій Міжнародної комісії з радіаційного захисту (ICRP) [2]. Це дозволяє оцінити потенційний ризик стохастичних ефектів (онкологічних захворювань, генетичних порушень) для конкретних органів. Для внутрішнього опромінення додатково враховуються біокінетичні процеси розподілу радіонуклідів у тканинах.

Метод Монте Карло є потужним інструментом кількісного аналізу впливу іонізуючого випромінювання на внутрішні органи людини. Його переваги – універсальність, висока точність і врахування складної анатомії та фізики взаємодії частинок. Розвиток технологій і збільшення обчислювальних ресурсів відкривають перспективи точнішого індивідуального дозиметричного аналізу, важливого для медицини, екології та радіаційного захисту.

ЛІТЕРАТУРА

1. The effect of external radiation exposure per person depending on his position and anthropometric indicators Pylypenko O., Shalomov V., Strezhekurov Y., Rudenko V., & Tymchenko P. International Scientific and Practical Conference Innovations in Construction and Smart Building Technologies for Comfortable, Energy Efficient and Sustainable Lifestyle (ICSBT 2024) 10 June 2024 E3S Web of Conferences Volume 534, 2024 – 01016. URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202453401016>
2. ICRP, 2022. Radiation detriment calculation methodology. ICRP Publication 152. Ann. ICRP 51(3).

УДК 614.8

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ: УПРАВЛІННЯ ТА НАГЛЯД

Пліско Ю. В., наук. співроб.

Національний університет цивільного захисту України

Контроль за дотриманням законодавства щодо безпеки життєдіяльності в Україні здійснюють як державні, так і громадські організації. Серед них – державні органи загальної, спеціальної та галузевої компетенції. До першої групи органів належать: Верховна Рада, Кабінет Міністрів, виконавчі комітети місцевих рад народних депутатів, місцеві адміністрації.

Державні органи спеціальної компетенції уповноважені контролювати діяльність підприємств, установ, організацій і громадян з питань охорони праці, охорони здоров'я та навколишнього середовища.

Державне управління охороною праці в Україні здійснюють:

- Кабінет Міністрів України;
- Міністерство праці та соціальної політики України;
- міністерства та інші центральні органи державної виконавчої влади;
- місцева державна адміністрація, місцеві Ради народних депутатів.

Кабінет Міністрів України забезпечує:

- реалізацію державної політики в галузі охорони праці;
- затверджує національну програму щодо поліпшення стану безпеки, гігієни праці і виробничого середовища;
- визначає функції міністерств, інших центральних органів державної виконавчої влади щодо створення безпечних і нешкідливих умов праці та нагляду за охороною праці;
- визначає порядок створення і використання державного, галузевого і регіональних фондів охорони праці.

Для розробки та реалізації цілісної системи державного управління охороною праці при Кабінеті Міністрів України створена Національна рада з

питань безпечної життєдіяльності населення, яку очолює віце-прем'єр-міністр України.

Державний комітет України по нагляду за охороною праці:

- здійснює комплексне управління охороною праці на державному рівні та реалізує державну політику в цій галузі;

- розробляє національну програму поліпшення безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і контролює її виконання за участю міністерств, інших центральних органів влади та профспілок;

- координує роботу міністерств, інших центральних органів державної влади, місцевої державної адміністрації та об'єднань підприємств у галузі безпеки гігієни праці та виробничого середовища;

- опрацьовує і переглядає спільно з органами праці, статистики і охорони здоров'я систему показників обліку умов і безпеки праці;

- бере участь у міжнародному співробітництві з питань охорони праці, вивчає, узагальнює і поширює світовий досвід у цій галузі, організовує виконання міжнародних договорів і угод з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;

- одержує від міністерств, інших центральних органів державної виконавчої влади, місцевої державної адміністрації та підприємств інформацію, необхідну для виконання покладених на нього завдань.

Міністерство праці та соціальної політики України:

- здійснює державну експертизу умов праці;

- визначає порядок та здійснює контроль за якістю проведення атестації робочих місць щодо їх відповідності нормативним актам з охорони праці;

- бере участь у розробці нормативно-правових актів з охорони праці.

Кабінет Міністрів України:

- організовує розробку та здійснення комплексних і цільових загальнодержавних програм у сфері охорони здоров'я;

- створює економічні, правові та організаційні механізми, що стимулюють ефективну діяльність у галузі охорони здоров'я;

- забезпечує розвиток мережі закладів охорони здоров'я;

- укладає міжурядові угоди і координує міжнародне співробітництво з питань охорони здоров'я;

- здійснює інші повноваження, покладені на органи державної виконавчої влади у галузі охорони здоров'я.

Для керування безпекою життєдіяльності в Україні Кабінетом Міністрів створено Національну раду з питань безпечної життєдіяльності населення. Її очолює Віцепрем'єр-міністр України з питань соціальної політики. Для забезпечення її роботи створено секретаріат, керівництво яким покладено на відповідального секретаря Національної ради.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про охорону праці: Закон України від 14.10.1992 р. № 2694-ХІІ / *Відомості Верховної Ради України*. 1992. Ст.38, 41

2. Про внесення змін до статей 21 та 33 Закону України «Про охорону праці»: Закон України від 04.06.2009 № 1454-VI / *Відомості Верховної Ради України*. 2009.

3. Кодекс законів про працю: Закон України від 10.12.1971 №322- VIII (зі змінами від 21.08.2025).

4. Мягченко О. П. Безпека життєдіяльності людини та суспільства: навч. посіб. Київ: Центр учбової літератури, 2010. 384 с.

5. Желібо Є.П., Заверуха Н.М., Зацарний В.В. Безпека життєдіяльності: навч. посіб. / За ред. Є.П. Желібо. 6-е вид. Київ: «Каравела», 2008. 344 с.

Зеркалов Д.В., Полукаров Ю.О. Організація та управління безпекою життєдіяльності: навч. посіб. Київ: Основа, 2011. 528 с.

УДК 623.4.08/623.452.5-034

БЕЗПЕКА ПРАЦІ ПІД ЧАС РЕМОНТУ (ВІДНОВЛЕННЯ) СТРІЛЯНИХ СТАЛЕВИХ ГІЛЬЗ 100-ММ 4Г8 (4Г8А) ТА 122-ММ 4Г5 (4Г5-1)

Смирнов О. М., ст. викладач

Національний університет цивільного захисту України

Збройні Сили України, особливо під час війни, потребують забезпечення боєприпасами вітчизняного виробництва, у тому числі артилерійськими гільзами, виробництво яких не створено. Тому потрібно негайно організувати ремонт (відновлення) стріляних артилерійських гільз, розробити ремонтну документацію на 100-мм і 122-мм сталеві гільзи та налагодити їх ремонт.

Пропоную конкретну технологію ремонту артилерійських сталевих стріляних гільз до 100-мм ПТГ М-12; ТМ-12 «Рапіра» та до 122-мм гаубиць Д-30 і САУ 2С1 «Гвоздика», що потребують негайного відновлення (рис. 1).

Виробництво нових 100-мм та 122-мм сталевих гільз дуже затратне, тому доцільно організувати та налагодити ремонт стріляних сталевих гільз, що забезпечить потреби ЗС України.

Кожне робоче місце має бути оснащено справним інструментом, засобами пожежогасіння й індивідуального захисту. Для організації потокового методу проведення робіт, під час ремонту артилерійських сталевих гільз індексів 4Г8 (4Г8А) та 4Г5 (4Г5-1), всього застосовується – 32 складальника боєприпасів.

Дозволяється одночасне знаходження в цеху гільз: на пункті обігріву – 250 од., у приміщенні з ремонту – 80 од. Час на ремонт одного виробу 4Г5-1 (4Г5), відповідно кошторисної калькуляції, складає 186,67 чол./год.

Висновок. Розроблено заходи безпеки та порядок виконання операцій під час ремонту стріляних сталевих гільз індексів 4Г8 (4Г8А) до 100-мм ПТГ М-12; ТМ-12 «Рапіра», та 4Г5 і покращеної обтюрації 4Г5-1 до 122-мм гаубиць Д-30 та САУ 2С1 «Гвоздика», які зберігаються на арсеналах, базах та складах, що дозволить забезпечити потреби ЗСУ у сучасних умовах війни.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ В 15.306:2021 «Система розроблення і поставлення на виробництво озброєння та військової техніки. Зобов'язання гарантійні. Основні положення». Наказ від 15.12.2021 № 501 «Про прийняття національних стандартів». URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=96780 (дата звернення 01.09.2025)

2. ДСТУ В 15.601:2023 «Система керування життєвим циклом озброєння та військової техніки. Ремонтні документи Правила розроблення». Наказ від 18.09.2023 № 239 Про прийняття національних стандартів та скасування національних стандартів. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=104862 (дата звернення 25.10.2025)

3. ДСТУ В 15.501:2021 «Система розроблення і поставлення на виробництво озброєння та військової техніки. Документи експлуатаційні і ремонтні на озброєння та військову техніку. Загальні вимоги до номенклатури, побудови, змісту, викладення, видання та коригування». URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=95895 (дата звернення 01.09.2025).

УДК 628.4.043: 628.5

ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ ЗДОРОВ'Я РОБІТНИКІВ ПІД ЧАС РОЗБОРКИ РУІН І СОРТУВАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Таврель М. І., ст. викладач

ТОВ «Технічний університет «Метінвест політехніка»

Післявоєнна відбудова України супроводжується масовим утворенням будівельних відходів, що створює підвищені ризики травматизму та

професійних захворювань для працівників. Безпечне проведення розборки руїн та подальший рециклінг матеріалів потребують не лише механізації робочих процесів, але й комплексного застосування засобів індивідуального захисту (ЗІЗ).

Метою даної роботи є аналіз організаційно-технічних заходів та засобів індивідуального захисту, що підвищують безпеку праці під час мобільного подрібнення та сортування будівельних матеріалів.

Масштабні руйнування будівель унаслідок воєнних дій призводять до формування великих обсягів будівельних відходів, які одночасно створюють серйозну екологічну проблему та можуть виступати джерелом вторинної сировини [1]. Рациональна переробка уламків бетону, цегли, асфальту та інших матеріалів дозволяє зменшити навантаження на полігони, уникнути забруднення ґрунтів і підземних вод, скоротити потребу у видобутку природних ресурсів (щебінь, пісок, гравій), а також знизити витрати на будівництво та відновлення інфраструктури. Використання вторинних матеріалів сприяє економічній ефективності відбудови та прискорює процес відновлення населених пунктів, поєднуючи економічні та екологічні цілі [2].

Особливо ефективними у цьому процесі є мобільні механізовані комплекси, що включають екскаватори, бульдозери, дробарки та сепаратори. Вони забезпечують інтенсивний збір, сортування та переробку відходів, значно зменшуючи обсяг ручної праці та підвищуючи безпеку працівників на місцях розборки руїн.

Розбирання руїн і робота з великими уламками є діяльністю підвищеної небезпеки. Основними загрозами для працівників є механічні травми від падіння уламків, зісковзування матеріалу або ударів важким обладнанням. Роботи на висоті під час демонтажу конструкцій супроводжуються високим ризиком падіння. Додатково працівники зазнають впливу пилу та дрібних часток, що потрапляють у дихальні шляхи та на слизові оболонки очей, а також шумового і вібраційного навантаження від роботи важкої техніки. Крім того, можливий контакт з хімічно активними речовинами, що містяться у фарбах, герметиках, асфальті та інших компонентах руїн.

У відсутності механізації та належних заходів індивідуального і колективного захисту рівень травматизму значно зростає, особливо в хаотично розташованих зонах руїн, де координація робіт ускладнена.

Для забезпечення безпеки працівників використовуються різноманітні ЗІЗ, що захищають від механічних, пилових, хімічних та вібраційних ризиків. Основними засобами є каски для захисту від падіння уламків та ударів, окуляри та щитки для оберігання очей, респіратори та маски для обмеження вдихання шкідливих аерозолів, рукавиці для захисту рук від порізів і абразивного впливу, спеціальне взуття з протиковзким і посиленим носком для запобігання травм та проколів, а також комбінезони і спецодяг для захисту тіла від подряпин, пилу та хімічних речовин. Для роботи з гідромолотами та дробарками застосовуються засоби, що зменшують вібраційне навантаження на руки та спину.

Вдосконалення ЗІЗ включає інтегровані системи захисту, наприклад шоломи із вбудованим респіратором та захистом очей, антишумові навушники з активним глушінням, спецодяг із додатковим пилозахистом та антистатичним покриттям, а також системи моніторингу фізичного стану працівника, що відстежують рівень вібраційного навантаження, температуру та пульс. Застосування таких рішень підвищує ефективність захисту та безпеку персоналу під час інтенсивних робіт із переробки будівельних матеріалів.

Інтенсивне подрібнення та сортування уламків супроводжується значним утворенням пилу, що становить небезпеку для здоров'я працівників і може забруднювати прилеглі території. Для зменшення цього ризику застосовуються різні пилозахисні системи. У пунктах сепарації організують примусову вентиляцію з вбудованими фільтрами, які ефективно відсіюють дрібні частки та дозволяють повторно використовувати їх у вигляді мінеральних добавок у будівельних сумішах. Пилозбірники та спеціальні контейнери забезпечують контрольоване накопичення дрібних фракцій матеріалу, а зволоження уламків під час дроблення зменшує підняття пилу. Для ізоляції процесів подрібнення застосовують перегородки та тимчасові наметові споруди, а регулярне очищення повітря та своєчасна заміна фільтрів підтримують ефективність систем пилозахисту. Поєднання цих заходів із механізацією робіт та використанням ЗІЗ дозволяє суттєво знизити ризики для здоров'я працівників, запобігти забрудненню навколишнього середовища та повторно використовувати пил як цінний ресурс у будівельних процесах.

Безпечна мобільна технологія розборки та переробки будівельних відходів є ефективною лише за умови системного застосування ЗІЗ і організаційних заходів безпеки. Комплексне поєднання механізації, контролю пилу та індивідуального захисту персоналу забезпечує зниження травматизму, профілактику професійних захворювань та екологічну безпеку, що відповідає принципам сталого розвитку післявоєнного відновлення України.

ЛІТЕРАТУРА

1. KSE Institute. Звіт про прямі збитки інфраструктури від руйнувань внаслідок військової агресії Росії проти України станом на листопад 2024 року. Київ: Київська школа економіки, 2025. URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2025/02/KSE_Damages_Report-November-2024-UA.pdf (дата звернення: 15.10.2025).

2. Environmental impact assessment of mobile recycling of demolition waste in Shenzhen, China / J. Li et al. *Journal of Cleaner Production*. 2020. Vol. 263. P. 121371. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.121371.

ЦИФРОВІЗАЦІЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ: ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Формін А. С., магістр,

Шароватова О. П., канд. пед. наук, доц.

Національний університет цивільного захисту України

Цифровізація та впровадження штучного інтелекту (ШІ) стають важливими складовими сучасної системи управління охороною праці. З розвитком Інтернету речей, аналізу великих даних, відео- та сенсорного моніторингу з'являється можливість значно підвищити ефективність оцінювання ризиків, превентивних заходів і управління небезпеками. Зокрема, Міжнародна організація праці підкреслює, що цифровізація відкриває «величезні можливості підвищити безпеку на роботі», але одночасно вказує на потребу проактивних політик для уникнення нових ризиків [1].

У цьому контексті оцінювання ризиків – один із ключових процесів охорони праці – може бути трансформоване: від ручного, статичного підходу до більш динамічного, даних-орієнтованого, автоматизованого.

У сучасних умовах цифрової трансформації, коли виробничі процеси стають дедалі складнішими, виникає необхідність підвищення ефективності системи управління охороною праці. Оцінювання та управління ризиками – ключовий елемент цієї системи, що потребує точності, оперативності й адаптивності. Застосування цифрових технологій, зокрема штучного інтелекту, створює нові можливості для модернізації цих процесів.

Традиційні методи управління охороною праці, засновані на паперових процедурах, суб'єктивних оцінках та періодичних інспекціях, уже не відповідають викликам сучасного виробництва. При цьому цифровізація дозволяє: збирати дані в режимі реального часу з допомогою сенсорів та мобільних додатків; автоматизувати аналіз небезпек та формування звітності; забезпечити інтеграцію всіх процесів системи управління охороною праці у єдину інформаційну систему.

Такі зміни не лише знижують ризик людської помилки, а й підвищують швидкість реагування на потенційно небезпечні ситуації. Штучний інтелект, особливо технології машинного навчання та комп'ютерного зору, відкривають новий рівень виявлення та аналізу ризиків на підприємстві. Алгоритми можуть аналізувати історичні дані про інциденти, поведінку працівників, технічний стан обладнання та умови середовища для прогнозування можливих ризиків. Системи відеоспостереження з елементами ШІ можуть розпізнавати відсутність засобів індивідуального захисту, небезпечні положення тіла, проникнення у заборонені зони тощо, тим самим виявляючи порушення у режимі реального часу.

Ризики оцінюються в динаміці і вже не розглядаються як фіксовані, вони адаптуються до змін у виробничих процесах, персоналій, умов праці. ШІ автоматизує документооблік: формує звіти, рекомендації, карти ризиків без участі людини, ґрунтуючись на зборі даних. Зазначені можливості суттєво підвищують точність оцінки ризиків і знижують час на прийняття управлінських рішень.

Переваги впровадження штучного інтелекту в систему управління охороною праці очевидні, зокрема це:

- оперативність реагування (зменшення інтервалу між виявленням небезпеки та вжитими заходами);
- зниження кількості інцидентів (завдяки точнішому прогнозуванню та попередженню);
- персоналізоване управління безпекою (урахування особливостей кожного працівника, виду роботи, особливостей навколишнього середовища);
- ефективна аналітика (візуалізація даних, пріоритизація ризиків, звіти);
- підвищення рівня культури безпеки (прозорість системи, її інтерактивність і постійна зворотня інформація);
- забезпечення гідної праці (реалізація Цілей сталого розвитку людства) [2].

Щоб успішно інтегрувати штучний інтелект в систему управління охороною праці, доцільно дотримуватись певної послідовності: аудит наявних процесів та інфраструктури; формування бази даних про інциденти, ризики, умови праці; розробка або адаптація алгоритмів ШІ для аналізу цих даних; пілотне впровадження на окремому виробництві або ділянці; оцінка ефективності та масштабування; постійне навчання персоналу, зворотний зв'язок і вдосконалення.

Отже, цифровізація системи управління охороною праці із впровадженням штучного інтелекту набуває значного ресурсу підвищення ефективності оцінювання ризиків. Завдяки можливості збору даних в реальному часі, автоматизації аналітики, прогнозуванню ризиків і персоналізації підходів, можна досягти більш високого рівня безпеки праці та зниження інцидентів. Водночас це не просто технологічне питання – успішне впровадження потребує людиноцентричного підходу, культурної трансформації, дотримання етичних і правових норм, підготовки персоналу та забезпечення екосистеми даних [1, 2].

Таким чином, цифрова система управління охороною праці для українських підприємств може стати не просто обов'язковою процедурою, а стратегічною перевагою: зменшенням ризиків, підвищенням довіри працівників, оптимізацією ресурсів та підвищенням конкурентоспроможності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Нові сучасні підходи до здоров'я і безпеки: роль ШІ та цифровізація у питаннях охорони праці. URL: <https://oppb.com.ua/news/novi-suchasni-pidhody-do-zdorov-ya-i-bezpeky-rol-shi-ta-tsyfrovizatsiya-u-pytannayah-ohorony-pratsi>.

2. Концепція використання ШІ та цифрових інструментів у системі управління охороною праці. URL: <https://oppb.com.ua/news/kontseptsiya-vykorystannya-shi-ta-tsyfrovih-instrumentiv-u-systemi-upravlinnya-ohoronoju-pratsi>.

АНАЛІЗ ТРАВМОНЕБЕЗПЕЧНИХ ФАКТОРІВ ПРИ РОБОТІ З ЕЛЕКТРОІНСТРУМЕНТОМ ТА МЕТОДИ ЇХ УСУНЕННЯ

Цимбал Б. М., д-р наук з держ. упр., доц.,

Бенчак П. І., здобувач

Національний університет цивільного захисту України

Робота з електроінструментом є невід'ємною частиною сучасного виробництва, будівництва, ремонту та побутових процесів. Електроінструменти значно підвищують продуктивність праці, дозволяють виконувати складні операції з високою точністю та швидкістю. Проте їх використання супроводжується підвищеним ризиком виникнення травм, що обумовлює необхідність глибокого аналізу потенційних небезпек та розробки ефективних методів їх усунення [1, 2].

До основних травмонебезпечних факторів належать електричне ураження, механічні пошкодження, шум та вібрація, іскри, перегрів та пожежонебезпека, а також психофізіологічні фактори. Електричне ураження є одним із найсерйозніших ризиків: причинами можуть бути несправна ізоляція, відсутність або порушення заземлення, контакт з водою, неправильне підключення до мережі. Наслідки варіюються від легких опіків до смертельного ураження електричним струмом. Особливо небезпечно працювати у вологому середовищі або без належного технічного огляду інструменту [2, 3].

Механічні пошкодження виникають через обертові, ріжучі або ударні елементи інструментів, що можуть спричинити порізи, проколи, переломи або ампутації. Небезпека зростає при неправильному використанні інструменту, відсутності захисних кожухів або при втраті контролю над пристроєм. Тривала робота з інструментами, що створюють шум та вібрацію (перфоратори, шліфувальні машини), може призвести до професійних захворювань, таких як вібраційна хвороба, зниження слуху, загальна втома та зниження концентрації уваги [1, 2].

Деякі інструменти можуть створювати іскри або перегріватися при тривалій роботі, що становить небезпеку виникнення пожежі та опіків. Психофізіологічні фактори, такі як втома, стрес, поспіх або недосвідченість працівника, також значно підвищують ризик травмування.

Для зниження ризику травмування необхідно впроваджувати комплексні заходи безпеки: технічні, організаційні та індивідуальні засоби захисту. Технічні заходи включають використання інструментів з подвійною ізоляцією, справного заземлення, регулярну перевірку обладнання, заміну зношених деталей та застосування захисних кожухів. Організаційні заходи передбачають проведення інструктажів з охорони праці, навчання працівників правилам безпечної експлуатації інструментів, організацію робочого місця з урахуванням

ергономіки, належного освітлення та вентиляції. Індивідуальні засоби захисту (ЗІЗ) включають окуляри, рукавиці, навушники, спецодяг та діелектричні килимки [2, 3].

Особливу увагу слід приділяти виконанню «Правил охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями», що встановлює вимоги до підготовки працівників, перевірки стану інструменту перед роботою, правил підключення до електромережі та забезпечення наявності індивідуальних засобів захисту. Дотримання цих правил є обов'язковим для всіх підприємств, які використовують електроінструменти у виробничому процесі [3].

Контроль та відповідальність керівництва підприємства за дотримання правил безпеки, аудит ризиків, своєчасна реакція на інциденти та впровадження коригувальних заходів є обов'язковими. Працівники мають неухильно дотримуватись інструкцій, повідомляти про несправності та відмовлятися від роботи з небезпечним обладнанням.

Узагальнюючи, безпечна експлуатація електроінструментів потребує системного підходу, який охоплює технічні, організаційні та поведінкові аспекти. Лише за умови відповідального ставлення до безпеки, постійного навчання та контролю можна мінімізувати ризики та забезпечити здоров'я працівників, що сприяє зниженню травматизму та підвищенню продуктивності праці на підприємствах [1–3].

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 № 2694-ХІІ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12> (дата звернення: 22.10.2025)

2. ДСТУ EN 60745-1:2015. Електроінструменти ручні. Вимоги безпеки. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2015.

3. Про затвердження Правил охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями: Наказ М-ва енергетики та вугіл. пром-сті України від 19.12.2013 № 966. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0327-14#Text> (дата звернення: 22.10.2025).

УДК 331.1:658.5

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВІ З РИЗИКОРІЄНТОВАНИМ ПІДХОДОМ

Цимбал Б. М., д-р наук з держ. упр., доц.

Великий А. О., здобувач,

Національний університет цивільного захисту України

Оцінка ефективності системи контролю безпеки праці (СКБП) на підприємстві з ризикорієнтованим підходом (РП) є ключовим аспектом сучасного управління охороною праці. Впровадження РП у відповідності до

міжнародного стандарту ISO 45001 передбачає перехід від реактивного контролю до проактивного запобігання, що дозволяє не лише виконувати нормативні вимоги, але й системно знижувати виробничі ризики [1, 2].

Головною метою оцінки є визначення здатності СКБП підтримувати прийнятний рівень ризику на підприємстві. Для цього використовуються багаторівневі показники ефективності, які охоплюють як традиційні реактивні індикатори (травматизм, нещасні випадки), так і проактивні, що дозволяють прогнозувати потенційні проблеми. Проактивні показники включають охоплення ідентифікації небезпек, своєчасність усунення невідповідностей, рівень залученості персоналу, інтенсивність внутрішніх аудитів та якість проведення навчань з критичних ризиків [2].

Методологія оцінки ефективності СКБП з РП включає кілька етапів. Перший етап – аудит на основі ризиків, коли контрольні ресурси зосереджуються на найбільш критичних процесах та ділянках з високим залишковим ризиком. Це дозволяє ефективно використовувати ресурси та спрямовувати їх на попередження найнебезпечніших ситуацій. Другий етап – аналіз критичних бар'єрів безпеки (наприклад, метод Боу-Тай), що дозволяє оцінити надійність інженерних, адміністративних та організаційних заходів захисту. Третій етап – кореневий аналіз причин інцидентів та небезпечних подій, що дозволяє виявити системні недоліки контрольних механізмів, а не лише індивідуальні помилки працівників [2].

Особлива увага приділяється індикаторам проактивного контролю: своєчасне виявлення небезпек на виробничих ділянках, регулярний моніторинг роботи технічних засобів безпеки, контроль за використанням засобів індивідуального захисту, а також оцінка ефективності навчань персоналу. Важливо забезпечити зворотний зв'язок від працівників щодо потенційних ризиків, щоб систематично вдосконалювати процедури та організаційні заходи [2, 3].

Застосування сучасних інформаційних технологій, зокрема електронних систем EHS, забезпечує автоматизацію збору даних, їх аналітику та формування дашбордів, що відображають рівень ризику в режимі реального часу. Це дозволяє проводити постійний моніторинг ключових показників безпеки, аналізувати динаміку змін ризиків і своєчасно впроваджувати коригувальні заходи. Завдяки цьому забезпечується можливість прогнозування небезпечних подій та мінімізації їх наслідків, підвищується стійкість системи до виникнення надзвичайних ситуацій [1 – 3].

Крім того, ефективна РП-СКБП включає інтеграцію норм НПАОП, які регламентують конкретні аспекти безпечної експлуатації обладнання та інструментів, робочого часу, організації робочих місць та умов праці. Виконання вимог НПАОП дозволяє не лише дотримуватись законодавчих норм, а й підвищує ефективність внутрішнього контролю за безпекою праці, створює передумови для розвитку корпоративної культури безпеки та формує відповідальність на всіх рівнях управління підприємством [1, 2].

Узагальнено, оцінка ефективності СКБП з РП є стратегічним інструментом підвищення безпеки праці. Вона дозволяє переходити від

формального дотримання нормативів до реального контролю виробничих ризиків, формує культуру проактивної безпеки та сприяє зменшенню виробничого травматизму, що безпосередньо впливає на стабільність і конкурентоспроможність підприємства.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про охорону праці: Закон України від 14.10.1992 № 2694-XII. Відомості Верховної Ради України. 1992. № 49. Ст. 668. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12> (дата звернення: 22.10.2025).

2. Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування: ДСТУ ISO 45001:2019 (ISO 45001:2018, IDT). Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 46 с.

3. HSE, UK. Guidance on risk assessment, safety management and leading health and safety at work. London, 2014. 85 p.

УДК 331.1:658.5

ОСОБЛИВОСТІ ІНТЕГРАЦІЇ УКРАЇНСЬКОЇ НАГЛЯДОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ З ОХОРОНИ ПРАЦІ В СИСТЕМУ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ

Цимбал Б. М., д-р наук з держ. упр., доц.,

Голобородько Є. М., здобувач

Національний університет цивільного захисту України

Інтеграція системи наглядової діяльності з охорони праці України в європейський простір є одним із пріоритетних напрямів адаптації національної системи управління безпекою праці до стандартів Європейського Союзу. Метою цього процесу є підвищення ефективності державного контролю за дотриманням вимог охорони праці, зміцнення культури безпеки на виробництві, а також гармонізація інституційних механізмів із європейськими принципами та практиками.

Концептуальною основою інтеграційних змін виступає реалізація положень Рамкової директиви Ради 89/391/ЄЕС, яка визначає загальні принципи профілактики ризиків, участі працівників у питаннях безпеки, відповідальності роботодавця та розвитку превентивних механізмів [1].

Сучасна система державного нагляду у сфері охорони праці України характеризується поєднанням контрольних та консультативних функцій. Водночас зберігається низка системних проблем: обмежені ресурси територіальних органів, недостатня цифровізація процесів контролю, слабка взаємодія з роботодавцями та профспілками, а також недостатній рівень профілактичної спрямованості наглядової діяльності [2].

Європейський досвід свідчить, що ефективність системи охорони праці залежить не лише від нормативно-правового забезпечення, а й від розвитку інституційної культури безпеки, високої компетентності інспекторів праці та наявності превентивних сервісів – навчальних, консультаційних та інформаційних [3].

Аналіз стратегічних документів та наукових досліджень показує, що успішна інтеграція можлива за трьома ключовими напрямками: удосконалення законодавчої та методичної бази, підвищення кваліфікації інспекторів праці та цифровізація процесів контролю. Важливим аспектом є впровадження ризикоорієнтованої моделі нагляду, коли перевірки фокусуються на підприємствах із підвищеним рівнем виробничих ризиків. У цьому контексті доцільним є використання методик оцінки професійних ризиків, розроблених Європейським агентством з безпеки та гігієни праці (EU-OSHA), які дозволяють визначати пріоритетні напрями контролю.

Серед проблемних питань залишаються нестача кадрових ресурсів у системі Держпраці, недостатня автоматизація звітності, відсутність ефективної комунікації між інспекційними органами, роботодавцями та профспілками [3]. Крім того, система державного нагляду потребує більшої відкритості та прозорості, що передбачає створення публічних реєстрів результатів перевірок та підвищення довіри суспільства до наглядових органів.

Необхідно також забезпечити системну підготовку та сертифікацію фахівців з охорони праці за європейськими моделями, орієнтованими на практичні навички з виявлення небезпек, оцінки ризиків та розробки профілактичних заходів.

Подальший розвиток системи нагляду має ґрунтуватися на формуванні інтегрованої інформаційної системи моніторингу ризиків, розширенні міжнародної співпраці з наглядовими органами ЄС, участі у програмах обміну досвідом, а також запровадженні системи показників (KPI) ефективності наглядової діяльності. Важливим напрямом є формування нової культури безпеки, орієнтованої на превенцію, стимулювання впровадження стандартів управління безпекою праці (зокрема ISO 45001) та використання заохочувальних механізмів для підприємств, які системно дотримуються вимог охорони праці [3].

У перспективі інтеграція наглядової діяльності України до європейського простору сприятиме створенню ефективної, прозорої та соціально орієнтованої системи управління охороною праці. Це забезпечить зниження рівня виробничого травматизму, підвищення конкурентоспроможності українських підприємств та наблизить Україну до європейських стандартів безпечної праці [1 – 3].

ЛІТЕРАТУРА

1. Council Directive 89/391/EEC of 12 June 1989 on the introduction of measures to encourage improvements in the safety and health of workers at work : OJ L 183, 29.06.1989. URL: <https://eur-lex.europa.eu>. Дата доступу: 14.10.2025.

2. Міністерство економіки України. Національна стратегія з охорони праці на період до 2027 року. Київ: Мінекономіки, 2023. URL: <https://www.me.gov.ua>.

3. Державна служба України з питань праці. Розвиток системи управління охороною праці відповідно до директив ЄС. Київ: Держпраці, 2024. URL: <https://dsp.gov.ua>.

УДК 331.45

ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ МОТИВАЦІЇ ПРАЦІВНИКІВ ДО ДОТРИМАННЯ ВИМОГ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Цимбал Б. М., д-р наук з держ. упр., доц.,

Головченко Ю. В., здобувачка

Національний університет цивільного захисту України

Безпека праці є однією з ключових складових соціального захисту населення та визначальним чинником сталого розвитку держави. Вона спрямована на створення належних, безпечних і здорових умов праці на всіх рівнях господарської діяльності, а також на зниження рівня виробничого травматизму та професійних захворювань [1]. Збереження життя та здоров'я працівників є не лише соціальним обов'язком роботодавця, а й важливим елементом економічної ефективності організації, оскільки безпечні умови праці підвищують продуктивність та якість виконуваної роботи.

Охорона праці включає правові, організаційно-технічні, соціально-економічні та санітарно-гігієнічні заходи, метою яких є забезпечення безпеки працівників під час виконання трудових функцій. Профілактика травматизму реалізується через оцінку ризиків, регулярні інструктажі, атестацію робочих місць та використання засобів індивідуального захисту. Одним із ключових аспектів ефективності охорони праці є усвідомлення працівниками власної відповідальності за дотримання правил безпеки та формування стійкої культури безпечної поведінки [1, 2].

Важливим інструментом підвищення ефективності охорони праці є система мотивації, яка поєднує матеріальні та нематеріальні стимули. Матеріальні заохочення, такі як премії або бонуси за дотримання норм безпеки, стимулюють співробітників до регулярного дотримання встановлених правил. Нематеріальні стимули включають визнання досягнень, участь у навчальних програмах, кар'єрний розвиток та можливість брати участь у розробці

внутрішніх стандартів безпеки. Такий підхід дозволяє формувати довгострокову мотивацію та зміцнювати корпоративну культуру безпеки [2].

Для ефективного впровадження мотиваційної системи необхідний комплексний підхід, що включає оцінку існуючих ризиків, аналіз причин порушень, розробку системи стимулювання, навчання персоналу, регулярний моніторинг та коригування політики на основі статистики травматизму та порушень безпеки. Психологічні та соціальні аспекти поведінки працівників відіграють значну роль у формуванні дисципліни та відповідальності. Працівники, які відчують підтримку від керівництва та колег, демонструють більшу активність у дотриманні правил та участь у покращенні умов праці [2, 3].

Дослідження показують, що підприємства, які застосовують інтегровану систему мотивації, мають значне зниження рівня травматизму та професійних захворювань. Працівники активно долучаються до оцінки ризиків, пропонують зміни до локальних нормативних документів і беруть участь у заходах щодо вдосконалення умов праці. Це підвищує дисципліну та продуктивність, формує культуру безпеки та зміцнює корпоративну відповідальність [3].

Постійний моніторинг результатів впровадженої мотиваційної системи дозволяє своєчасно коригувати стимулюючі заходи, підвищувати ефективність матеріальних і нематеріальних заохочень та виявляти потенційні проблеми ще до виникнення серйозних інцидентів.

Таким чином, впровадження системи мотивації працівників є стратегічним напрямом управління охороною праці. Ефективна мотивація формує культуру безпеки, підвищує відповідальність персоналу та знижує ризики травматизму, що сприяє соціально-економічній стабільності та конкурентоспроможності організації. Комплексна мотиваційна система, що інтегрує матеріальні та нематеріальні стимули, навчання, участь працівників у розробці політики безпеки та постійний контроль, дозволяє забезпечити сталий рівень безпеки на підприємстві та підвищує якість робочих процесів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 № 2694-ХІІ (із змінами та доповненнями). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>
2. ДСТУ ISO 45001:2019. Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2019
3. Півень І. М. Мотивація персоналу до дотримання вимог безпеки праці: сучасні підходи та методи. *Охорона праці і пожежна безпека*. 2022. № 3. С. 45–49.

УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВАХ МАЛОГО ТА СЕРЕДНЬОГО БІЗНЕСУ: ПРОБЛЕМИ ТА ВИРІШЕННЯ

Цимбал Б.М., д-р наук з держ. упр., доц.,

Єна В. О., здобувач

Національний університет цивільного захисту України

Підприємства малого та середнього бізнесу становлять значну частку економіки України та забезпечують зайнятість населення. Водночас ці підприємства часто стикаються з проблемами організації ефективної системи управління охороною праці через обмежені фінансові та кадрові ресурси. Управління охороною праці включає правові, організаційні, технічні, медико-профілактичні та психологічні заходи, спрямовані на збереження життя, здоров'я та працездатності працівників у процесі трудової діяльності [1, 2].

Закон України «Про охорону праці» визначає обов'язки роботодавця щодо забезпечення безпечних умов праці, функціонування системи управління охороною праці та організації навчання персоналу. Практична реалізація цих вимог на малих та середніх підприємствах часто ускладнена низьким рівнем культури безпеки, відсутністю спеціалістів з охорони праці та обмеженим фінансуванням.

Одним із основних завдань управління охороною праці є створення умов праці, що відповідають фізичним та психічним можливостям працівників. Це передбачає забезпечення безпечного та функціонального робочого місця, наявність засобів індивідуального захисту, технічного та організаційного контролю за дотриманням норм безпеки.

Організація та координація робіт є важливим елементом управління. Чіткий розподіл обов'язків між керівниками, службами охорони праці та працівниками дозволяє підвищити ефективність контролю та запобігти виникненню небезпечних ситуацій.

Облік, аналіз та оцінка ризиків є ключовими інструментами управління охороною праці. Визначення потенційних небезпек, оцінка їх значущості та впровадження заходів для мінімізації ризиків дозволяє планувати ефективні профілактичні заходи.

Планування показників стану умов праці та безпеки дозволяє прогнозувати ризики та здійснювати контроль за виконанням норм. Регулярний аудит системи управління охороною праці допомагає виявляти недоліки та своєчасно коригувати процеси.

Особливу увагу необхідно приділяти мотивації працівників та формуванню культури безпеки. Заохочення за активну участь у заходах із підвищення безпеки сприяє розвитку відповідальності та свідомості щодо дотримання правил охорони праці.

Сучасні методи управління охороною праці передбачають використання цифрових інструментів: електронного обліку інцидентів, біометричного моніторингу, психофізіологічних тренажерів, а також проведення тренінгів зі стресостійкості та психологічної підтримки персоналу. Це дозволяє своєчасно виявляти ознаки перевтоми, стресу та зниження працездатності, запобігати нещасним випадкам та професійним захворюванням.

Комплексний підхід до управління охороною праці на малих та середніх підприємствах дозволяє: забезпечити безпечні та комфортні умови праці; знизити кількість нещасних випадків та професійних захворювань; підвищити ефективність та продуктивність працівників; адаптувати процеси до змінних умов виробництва та формувати культуру безпеки та підвищувати свідомість персоналу.

Організація ефективного управління охороною праці потребує системного аналізу ризиків, регулярного контролю, навчання персоналу та впровадження сучасних методів моніторингу стану працівників.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про охорону праці: Закон України від 14 жовтня 1992 р. № 2694-ХІІ // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2694-12>.

2. ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems – Requirements with guidance for use. – Geneva: International Organization for Standardization, 2018. URL: <https://www.iso.org/standard/63787.html>.

УДК 331.45

РОЛЬ СЛУЖБИ ОХОРОНИ ПРАЦІ У СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ ПІДПРИЄМСТВА

Цимбал Б. М., д-р наук з держ. упр., доц.,

Казінець Р. А., здобувачка,

Національний університет цивільного захисту України

Служба охорони праці є невід’ємним елементом системи управління підприємством, установою чи організацією, що забезпечує створення безпечних та здорових умов праці, зниження рівня виробничого травматизму та професійних захворювань. Діяльність якої регулюється Законом України «Про охорону праці» [1], Кодексом законів про працю та галузевими нормативно-

правовими актами, а також міжнародними стандартами у сфері безпеки та гігієни праці [2].

Функціонування служби охорони праці ґрунтується на принципах системного управління ризиками, безперервного вдосконалення та превентивності. Відповідно до вимог міжнародного стандарту ISO 45001:2018 [2], безпека праці має бути інтегрована у всі процеси управління підприємством. Такий підхід дозволяє формувати єдину політику безпеки, спрямовану на ідентифікацію небезпечних факторів, оцінку ризиків та впровадження ефективних профілактичних заходів.

Служба охорони праці виконує низку ключових функцій: організацію навчання, інструктажів та перевірки знань працівників; розроблення локальних нормативних документів; контроль за технічним станом обладнання; участь у розслідуванні нещасних випадків та професійних захворювань; аналіз причин травматизму та підготовку профілактичних рекомендацій; проведення атестації робочих місць за умовами праці.

Важливою особливістю сучасної служби охорони праці є її інтеграція у стратегічне управління підприємством. Ефективна служба не лише здійснює контроль, а й бере участь у плануванні виробничих процесів, модернізації технологічного обладнання, впровадженні цифрових інструментів оцінювання ризиків.

Застосування інформаційних технологій (електронного моніторингу небезпечних факторів, баз даних інцидентів, аналітичних платформ управління ризиками) сприяє оперативному прийняттю рішень та підвищенню рівня безпеки праці.

Ефективність роботи служби охорони праці значною мірою залежить від професійної компетентності її працівників. Фахівці повинні володіти знаннями з інженерії безпеки, гігієни праці, права, менеджменту та комунікацій.

Важливим є також формування культури безпеки, що передбачає усвідомлення кожним працівником особистої відповідальності за дотримання вимог охорони праці. Система мотивації персоналу, побудована на позитивному стимулюванні, сприяє зміцненню культури безпеки та зниженню кількості порушень.

В умовах воєнного стану та післявоєнного відновлення економіки України роль служби охорони праці зростає. Вона має забезпечити адаптацію стандартів безпеки до змінених умов виробництва, поєднання питань охорони праці з елементами цивільного захисту та підвищення готовності працівників до дій у надзвичайних ситуаціях.

Отже, сучасна служба охорони праці виступає не лише контролюючим органом, а комплексною системою управління, що спрямована на збереження життя, здоров'я і працездатності працівників. Її ефективність залежить від рівня інтеграції у загальну політику підприємства, компетентності фахівців та розвитку культури безпеки праці.

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України «Про охорону праці» від 14 жовтня 1992 р. № 2694-ХІІ.
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>.

2. ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems – Requirements with guidance for use. – Geneva: International Organization for Standardization, 2018.

УДК 331.1:658.5

ВИКОРИСТАННЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ (AR) У НАВЧАННІ ТА ПЕРЕВІРЦІ ЗНАНЬ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

Цимбал Б. М., д-р наук з держ. упр., доц.,

Лаврінченко О. С., здобувач

Національний університет цивільного захисту України

Доповнена реальність (AR) – це технологія, що накладає віртуальні елементи (зображення, текст, 3D-моделі, анімацію) на реальний світ у режимі реального часу. На відміну від віртуальної реальності (VR), яка створює повністю штучне середовище, AR лише доповнює існуючу дійсність, дозволяючи користувачу залишатися в реальному просторі. Завдяки цьому вона є ефективним інструментом навчання безпосередньо на робочому місці, де важливо зберігати контакт із реальним обладнанням та умовами праці [1].

Використання AR у навчанні з охорони праці відкриває нові можливості для формування практичних навичок та підвищення рівня безпеки. Інтерактивні інструктажі дозволяють працівникам отримувати покрокові підказки прямо під час роботи, бачити анімації з правильною послідовністю дій або попередження про небезпечні зони. Такий формат значно підвищує засвоєння інформації та зменшує кількість помилок.

AR також дає змогу візуалізувати приховані ризики – зони високої напруги, рухомі частини механізмів, розповсюдження шкідливих речовин. Крім того, технологія дозволяє безпечно відпрацьовувати дії у змодельованих надзвичайних ситуаціях: пожежах, вибухах хімікатів, травмуванні колег. Це сприяє виробленню правильних алгоритмів поведінки в умовах реальної небезпеки.

Окреме застосування AR полягає у навчанні роботі зі складним обладнанням. Віртуальний «інструктор» може супроводжувати працівника, підсвічуючи потрібні деталі та показуючи послідовність дій, що спрощує навчання та зменшує ризик технічних помилок.

Серед головних переваг технології доповненої реальності (AR) варто насамперед відзначити її високу ефективність у навчанні. Інформація, яку працівник отримує не лише через текст чи аудіо, а безпосередньо завдяки

практичному досвіду, візуалізації та взаємодії з віртуальними об'єктами, засвоюється значно краще. Дослідження показують, що рівень запам'ятовування інформації під час навчання з використанням AR може досягати 70–90%. Такий формат допомагає працівникам швидше сформувати правильні навички, зрозуміти логіку технологічних процесів, навчитися діяти впевнено й безпомилково навіть у нестандартних або стресових ситуаціях. Практичний підхід робить навчання більш осмисленим, адже людина не просто слухає інструктаж, а безпосередньо «проживає» ситуацію [2, 3].

Ще однією суттєвою перевагою є підвищення безпеки навчального процесу. AR дає змогу відпрацьовувати дії в умовах, що імітують аварії або небезпечні виробничі ситуації, без ризику для життя чи здоров'я. Працівники можуть навчатися гасити пожежу, ліквідовувати витoki шкідливих речовин, проводити евакуацію або надавати першу допомогу в реалістичному, але безпечному середовищі. Це дозволяє краще запам'ятати алгоритми дій і реагувати більш впевнено в реальних надзвичайних обставинах.

Крім того, застосування AR сприяє зменшенню фінансових витрат підприємства. Оскільки навчання проходить у віртуальному форматі, немає потреби створювати окремі тренувальні майданчики, використовувати справжнє обладнання чи компенсувати витрати, пов'язані з можливими помилками під час практичних занять.

Не менш важливою перевагою є підвищення зацікавленості працівників. Інтерактивний та ігровий формат робить процес навчання динамічним та мотивуючим. Працівники отримують не лише нові знання, а й позитивні емоції, що стимулює бажання вдосконалювати свої навички. До того ж AR допомагає швидко сформувати практичні уміння завдяки багаторазовому повторенню дій у віртуальному середовищі, що сприяє розвитку м'язової пам'яті та закріпленню правильних реакцій на підсвідомому рівні.

Таким чином, доповнена реальність значно підвищує якість і ефективність навчання з охорони праці, роблячи його більш безпечним, наочним та результативним.

ЛІТЕРАТУРА

1. Віртуальні навчальні інструменти для симуляції небезпечних ситуацій / Д.Ю. Головка, Біла Церква, БІНПО ДЗВО «УМО» НАПН УКРАЇНИ, 2023 р. 38 с.
2. Захем Ж. Ж. Розробка та дослідження системи віртуального забезпечення безпеки працівників виробництва на базі засобів віртуальної реальності та штучного інтелекту, 2021.
3. The 3D virtual drawing mobile application based on augmented reality using ARFramework / M. Safrodin et al. Journal of physics: conference series. 2020. Vol. 1450. P. 012078. URL: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1450/1/012078>.

АНАЛІЗ РІВНЯ ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА РОБОЧИХ МІСЦЯХ ТА НАПРЯМІВ ЙОГО ЗНИЖЕННЯ

Цимбал Б. М., д-р наук з держ. упр., доц.,

Мірошніченко А. В., здобувачка

Національний університет цивільного захисту України

Шумове навантаження є одним із найпоширеніших шкідливих виробничих факторів у промисловості, транспортній сфері, будівництві та сфері обслуговування. Тривалий вплив шуму на нервову систему працівника проявляється у головних болях, безсонні, швидкій втомлюваності, підвищеному потовиділенні, треморі пальців і рук, роздратуванні, порушеннях пам'яті та уваги, а на серцево-судинну систему – у болях у ділянці серця, зміні частоти пульсу, розвитку гіпо- або гіпертонії. Оцінювання рівнів шуму на робочих місцях є обов'язковою складовою системи управління охороною праці, оскільки дає змогу визначити ступінь ризику та обґрунтувати заходи захисту працівників [1].

В Україні діють норми допустимого шуму, встановлені ДСН 3.3.6.037-99, які регламентують максимальні рівні звукового тиску залежно від категорії робіт та тривалості впливу. Для вимірювання шуму використовуються шумоміри та октавні аналізатори, що дозволяють оцінити частотний склад і еквівалентні рівні звуку. Оцінювання проводиться у характерних точках робочого місця, на висоті розташування вуха працівника, з урахуванням фонового шуму [2].

Результати вимірювань порівнюють із встановленими нормативами. Зокрема, ДСТУ 2867-94 визначає методи оцінювання виробничого шумового навантаження та порядок порівняння отриманих результатів із гранично допустимими рівнями. Для більшості виробничих приміщень при восьмигодинній робочій зміні рівень шуму не повинен перевищувати 80 дБА. Якщо показники перевищують норму, необхідно розробити план зниження шумового навантаження [3].

Одним із головних напрямів профілактики є технічні заходи: заміна застарілого обладнання, встановлення шумоізоляційних кожухів, використання віброізолюючих опор, герметизація вузлів тертя й змащування механізмів. У випадках, коли технічне зниження шуму є економічно складним, застосовуються акустичні екрани, звукопоглинальні матеріали та ізоляційні перегородки [4].

Важливу роль відіграють і організаційні заходи: скорочення тривалості перебування працівників у шумних зонах, ротація персоналу, регламентовані перерви, автоматизація процесів та дистанційне керування обладнанням. Забезпечення працівників індивідуальними засобами захисту слуху (беруші, навушники, вкладиші) є обов'язковим на виробництвах із перевищенням

допустимих рівнів шуму. Ефективність таких засобів значною мірою залежить від правильного підбору та навчання персоналу правилам їх використання.

Систематичний моніторинг шуму дозволяє виявляти тенденції зростання навантаження та запобігати професійним захворюванням. Рекомендується проводити повторні вимірювання не рідше одного разу на рік або після модернізації обладнання. Необхідно враховувати кумулятивний ефект шуму, особливо за умов багатозмінної роботи та наявності кількох джерел звуку.

Під час розроблення рекомендацій доцільно поєднувати інженерні, організаційні та санітарно-гігієнічні заходи. Найкращий результат досягається комплексним підходом, коли зниження шуму забезпечується як на етапі проєктування виробництва, так і під час експлуатації обладнання. У сучасних підприємствах впроваджуються системи активного шумозаглушення, які дозволяють зменшити рівні звуку без втручання в конструкцію машин.

Окрему увагу слід приділяти навчанню працівників, проведенню інструктажів та забезпеченню їх інформацією про ризики шуму. Створення безпечного акустичного середовища сприяє підвищенню продуктивності праці, збереженню здоров'я працівників і зниженню витрат на медичне обслуговування та компенсації. Реалізація рекомендацій щодо зниження шуму є елементом корпоративної культури безпеки праці [5].

ЛІТЕРАТУРА

1. Шкідливий вплив виробничого шуму на організм людини та засоби його мінімізації на робочому місці. Охорона праці. 2021. URL: <https://oppb.com.ua/news/shkidlyvyy-vplyv-vyrobnychogo-shumu-na-organizm-lyudyny-ta-zasoby-yogo-minimizatsiyi-na> (дата звернення: 20.10.2025).

2. ДСН 3.3.6.037-99. Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Київ: МОЗ України, 1999. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99#Text> (дата звернення: 20.10.2025).

3. ДСТУ 2867-94. Методи оцінювання виробничого шумового навантаження. Київ : Держспоживстандарт України, 1994. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=48151 (дата звернення: 20.10.2025).

4. Методи та засоби захисту від шуму. URL: <https://spo.stu.cn.ua/Oksana/posibnik/840.html> (дата звернення: 20.10.2025).

5. Охорона праці на підприємствах з підвищеним рівнем шуму. URL: <https://pro-op.com.ua/article/17846-okhorona-pratsi-na-pidpriemstvakh-z-pidvishchenim-rivnem-shumu> (дата звернення: 20.10.2025).

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ПРОФЕСІЙНИХ РИЗИКІВ ПРАЦІВНИКІВ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ЗА ПОКАЗНИКАМИ ФІЗІОЛОГІЧНОГО ТА ПСИХОЕМОЦІЙНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Цимбал Б. М., д-р наук з держ. упр., доц.,

Пономаренко Є. І., здобувачка

Національний університет цивільного захисту України

Діяльність працівників аварійно-рятувальних підрозділів характеризується високим рівнем небезпеки, екстремальними умовами праці та значними фізичними і психоемоційними навантаженнями. У таких умовах підвищується ймовірність професійних захворювань, психологічного вигорання та зниження ефективності виконання службових завдань. Саме тому особливо актуальною є комплексна оцінка професійних ризиків із урахуванням фізіологічних та психоемоційних показників працівників [1, 2].

Основними фізіологічними показниками навантаження є: частота серцевих скорочень, артеріальний тиск, рівень споживання кисню, температура тіла та прояви втоми. Під час рятувальних операцій пульс може досягати 150 – 180 уд./хв, що свідчить про значне навантаження на серцево-судинну систему та потребу у періодах відновлення.

Психоемоційний стан формується під впливом екстремальних ситуацій, відповідальності за життя людей та непередбачуваності подій. Основними показниками є рівень тривожності, стресостійкість, емоційна стабільність, когнітивна увага та реакція на ризик.

Тривалий вплив стресових факторів без психологічної підтримки може призвести до синдрому професійного вигорання.

Для оцінки професійних ризиків застосовують: фізіологічний моніторинг (пульс, тиск, ЕКГ); психологічні тести (методика Спілбергера–Ханіна, тест Люшера, опитувальник Маслач) та метод експертної оцінки ризиків (наприклад, матричний метод оцінки небезпек).

Комплексний підхід, що поєднує кількісні та якісні показники, дозволяє визначити інтегральний рівень професійного ризику. Рекомендовані заходи з управління ризиками включають: раціональну організацію робочого часу та відпочинку, психологічну підтримку, тренінги зі стресостійкості, застосування засобів індивідуального захисту та регулярний медико-психофізіологічний контроль стану рятувальників.

Керівники підрозділів повинні забезпечувати не лише технічну безпеку, а й психофізіологічний контроль персоналу, своєчасне виявлення ознак перевтоми та створення сприятливого мікроклімату в колективі.

Впровадження сучасних методів – біометричного моніторингу, тестів когнітивної працездатності та психофізіологічних тренажерів – сприяє

формуванню науково обґрунтованої системи управління професійними ризиками.

Комплексна оцінка професійних ризиків працівників аварійно-рятувальних підрозділів має базуватися на системному аналізі фізіологічних та психоемоційних показників.

Такий підхід дозволяє своєчасно виявляти ознаки перевтоми, стресу та зниження працездатності, запобігати нещасним випадкам і професійним захворюванням.

Впровадження сучасних методів моніторингу та психологічної підтримки сприятиме збереженню здоров'я, підвищенню ефективності та надійності дій рятувальників у надзвичайних ситуаціях.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про охорону праці : Закон України від 14 жовтня 1992 р. № 2694-XII // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2694-12>.

2. ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems – Requirements with guidance for use. – Geneva: International Organization for Standardization, 2018. URL: <https://www.iso.org/standard/63787.html>.

УДК 331.1:658.5

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКУ РОБІТНИКІВ

Цимбал Б. М., д-р наук з держ. упр., доц.,

Соколов В. Д., здобувач

Національний університет цивільного захисту України

Мікроклімат виробничих приміщень є однією з найважливіших складових умов праці, що впливають на фізіологічний стан працівників, їхню працездатність, самопочуття та рівень безпеки. Під мікрокліматом розуміють сукупність параметрів повітряного середовища, зокрема температуру, вологість, швидкість руху повітря та теплове випромінювання, які визначають тепловий стан людини у процесі трудової діяльності [1].

Підтримання оптимальних параметрів мікроклімату має особливе значення у виробничих умовах, де працівники перебувають у замкнених приміщеннях тривалий час або виконують роботи, пов'язані з фізичними навантаженнями. За порушення температурного режиму спостерігається підвищення стомлюваності, зниження швидкості реакції, концентрації уваги, координації рухів та загальної працездатності [2].

Дослідження свідчать, що зміна температури навіть на декілька градусів від оптимального рівня призводить до помітного зниження продуктивності

праці. Так, за температури повітря понад 30 °С спостерігається зниження працездатності на 10–15 %, а у деяких випадках – до 30 % [3].

При надмірному охолодженні організму виникають сповільнення реакцій, тремтіння, зниження точності рухів, що особливо небезпечно під час роботи зі складними механізмами або на висоті.

Вологість повітря також відіграє суттєву роль. При низькій вологості (менше 30 %) у працівників відзначається сухість слизових оболонок, подразнення очей, збільшення ризику інфекційних захворювань дихальних шляхів. Надмірна вологість (понад 75 %) створює відчуття задухи, підвищує теплове навантаження на організм, сприяє розвитку грибків та корозії устаткування [4].

Швидкість руху повітря у робочій зоні повинна забезпечувати ефективний теплообмін між тілом працівника та навколишнім середовищем. Надто низька швидкість призводить до застою повітря та перегріву, тоді як надмірна – до переохолодження. Оптимальна швидкість руху повітря, за нормативами, становить 0,1 – 0,3 м/с для холодного періоду року та 0,2 – 0,5 м/с – для теплого [5].

Порушення мікрокліматичних умов негативно позначається не лише на продуктивності, але й на рівні безпеки праці. Підвищення температури та вологості знижує концентрацію уваги, викликає сонливість, що збільшує ризик аварійних ситуацій. За даними виробничої статистики, кількість нещасних випадків у спекотний період року зростає на 15 – 20% [2]

У холодних цехах збільшується ризик простудних захворювань, обморожень, а також втрати чутливості рук, що може призвести до травмування.

Для забезпечення оптимального мікроклімату на підприємствах застосовують різні технічні та організаційні заходи: вентиляцію, кондиціонування, опалення, зволоження або осушення повітря. Ефективними є системи автоматичного регулювання параметрів мікроклімату, що підтримують сталі значення температури та вологості залежно від сезону та характеру робіт [4]. Також важливим є проведення регулярних вимірювань параметрів повітряного середовища та оцінка їх відповідності нормативам, визначеним санітарними нормами та стандартами безпеки праці.

Окрім технічних заходів, значну роль відіграє організація режиму праці й відпочинку. В умовах підвищеної температури рекомендується скорочення тривалості робочих змін, впровадження додаткових перерв, забезпечення працівників питною водою, спецодягом із теплоізоляційними або вентиляльованими властивостями.

Резюмуючи вищевикладене можливо зробити висновок, що параметри мікроклімату є одним із вирішальних чинників, що впливають на стан здоров'я, працездатність та безпеку робітників. Відхилення від нормативних значень температури, вологості чи швидкості руху повітря створюють додаткові ризики травматизму, професійних захворювань та зниження продуктивності праці. Тому підтримання оптимального мікроклімату має бути невід'ємною

складовою системи управління охороною праці та гігієни виробничого середовища на кожному підприємстві.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 2293-99 «Охорона праці. Терміни та визначення основних понять». Київ: Держстандарт України, 1999.
2. Гандзюк, М. П. Основи охорони праці. Київ: Каравела, 2021.
3. Пілюшенко, В. М. Безпека життєдіяльності та охорона праці. Львів: Світ, 2019.
4. Кравець, О.І. Гігієна праці та виробнича санітарія. Харків: ХНУМГ, 2020.
5. НПАОП 0.00-1.28-10. Правила охорони праці під час експлуатації систем вентиляції та кондиціонування повітря. Київ: Мінсоцполітики України, 2010.

УДК 658.382:331.45 (063)

МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКОВИХ РИЗИКІВ ПРАЦІВНИКІВ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ РОБІТ

Цимбал Б. М., д-р наук з держ. упр., доц.,

Халепа Ю. В., здобувачка

Національний університет цивільного захисту України

Формування високого рівня культури безпеки на підприємствах України визначено як ключовий чинник, що зменшує поведінкові ризики працівників: 82 % опитаних вважають основною проблемою низький рівень компетентності менеджменту та персоналу у питаннях безпеки [1]. Підвищення рівня усвідомлення небезпек, прозорість комунікацій між керівництвом та персоналом, а також персональна відповідальність працівників за власну та колективну безпеку формують підґрунтя для побудови ефективної системи управління ризиками.

У моделі оцінювання професійних ризиків урахування організаційних, соціальних та поведінкових чинників дозволяє сформувати узгоджений підхід до документування оцінки ризиків відповідно до міжнародних стандартів ISO 45001:2018. Ключовими параметрами виступають: ступінь залученості працівників у процес прийняття рішень, довіра до керівництва, ефективність навчання та наявність зворотного зв'язку [1].

Працівники, які добровільно беруть участь в обговоренні питань безпеки та мають довіру до керівництва, демонструють значно нижчий рівень прояву небезпечних поведінкових практик порівняно з тими, для кого культура безпеки має формальний характер [1]. Такі відмінності підтверджують необхідність переходу від реактивної до проактивної моделі управління

безпекою, коли головна увага приділяється запобіганню інцидентам через прогнозування поведінкових ризиків.

Методика оцінювання впливу культури безпеки на рівень ризику виробничих аварій передбачає класифікацію працівників за п'ятьма стадіями розвитку культури безпеки (індиферентність, реагування, залежність, незалежність, взаємозалежність), що дозволяє моделювати поведінкові ризики [2]. На перших етапах переважають несвідомі порушення правил безпеки, тоді як на стадії взаємозалежності формується колективна відповідальність та самоконтроль.

Для коректного моделювання поведінкових ризиків працівників доцільно розглядати їх не лише як індивідуальних суб'єктів, а як учасників соціальної системи підприємства, де вплив мають як менеджери, так і колеги, а також формалізована політика безпеки [2]. Поведінкові ризики є динамічними – вони залежать від умов праці, психофізіологічного стану працівника, рівня стресу, досвіду, а також від того, як колектив реагує на порушення вимог безпеки.

Кількісна оцінка ризику, що враховує індивідуальну поведінку працівників, реалізується через адаптовані моделі, які дають змогу прогнозувати ймовірність здійснення небезпечних дій на основі показників несумлінності, сприйняття ризику та впливу організаційного середовища [2]. Такі моделі дозволяють формувати цифрові профілі ризику працівників та застосовувати індивідуалізовані програми профілактики.

Однією з ефективних практик є поведінковий аудит безпеки (ПАБ), який передбачає систематичне спостереження за працівником під час виконання завдання, фіксацію позитивних та ризикових дій, а також подальшу корекцію поведінки через навчання, коучинг або наставництво [1]. Результати таких аудитів можуть інтегруватися в автоматизовані системи моніторингу ризиків, що підвищує об'єктивність аналізу.

Моделювання ризиків повинно включати сценарії виконання небезпечних робіт в умовах підвищеного тиску часу, недостатнього контролю або змінних виробничих факторів, оскільки саме за таких умов імовірність поведінкових порушень зростає [1]. Особливу увагу слід приділяти аналізу рішень працівників у кризових ситуаціях, коли від психологічної готовності залежить не лише ефективність роботи, а й безпека колективу.

Отже, впровадження моделей поведінкових ризиків у систему управління охороною праці дозволяє не лише прогнозувати небезпечні дії, а й створює основу для формування зрілої культури безпеки. Підприємства, які застосовують такі підходи, демонструють стабільне зниження рівня травматизму та підвищення мотивації працівників до дотримання вимог безпеки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Соціальна відповідальність за безпеку та здоров'я працівників на роботі: URL: <https://nvngu.in.ua/index.php/en/information-resources/1893-engcat/archive/2023/content-2-2023/6543-113>.

2. Saik P., Tsopa V., Koriashkina L., Cheberiachko S., Deryugin O., Lozynskyi V. Influence of occupational safety culture on the occupational risk level in the organization: URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12237939/>.

УДК 331.1:658.5

РОЛЬ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ПРОГНОЗУВАННІ ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ

Цимбал Б. М., д-р наук з держ. упр., доц.,

Чуприна Н. А., здобувачка

Національний університет цивільного захисту України

Штучний інтелект (ШІ) сьогодні відіграє ключову роль у підвищенні рівня безпеки на виробництві та запобіганні нещасним випадкам. Його можливості у зборі, обробці та аналізі великих масивів даних роблять його незамінним інструментом для прогнозування виробничого травматизму [1].

Традиційні підходи до аналізу небезпечних ситуацій зазвичай базуються на статистиці минулих інцидентів, що не дає змоги оперативно виявляти нові ризики. Натомість системи штучного інтелекту здатні проводити моніторинг небезпек у режимі реального часу, своєчасно виявляти порушення правил безпеки та аналізувати поведінкові патерни працівників. Це забезпечує перехід від реактивного підходу до превентивного управління ризиками, що дозволяє попередити нещасні випадки ще до їхнього настання.

Сучасні алгоритми машинного навчання застосовуються для аналізу відео з камер спостереження, даних із датчиків, показників стану обладнання та навколишнього середовища. Такі системи можуть, наприклад, розпізнавати, коли працівник не використовує засоби індивідуального захисту або перебуває в небезпечній зоні. У разі виявлення порушень штучний інтелект автоматично надсилає сигнал попередження або вмикає звукову тривогу. Це знижує вплив людського фактора та підвищує оперативність реагування [1].

Інтеграція штучного інтелекту також відкриває нові можливості для прогнозувальної аналітики. На основі історичних даних система може визначати закономірності, які передують травмуванню: підвищена втома персоналу, несправності техніки, підвищена температура або шум у приміщенні. Завдяки цьому роботодавці отримують змогу завчасно усувати ризики, розробляючи адресні профілактичні заходи.

Штучний інтелект дедалі частіше застосовується у сфері персонального моніторингу стану працівників. Носимі пристрої з вбудованими датчиками

фіксують фізіологічні показники (пульс, рівень кисню, температуру тіла, рухову активність). У разі виявлення перевтоми, стресу чи інших відхилень система сигналізує про потенційну небезпеку. Такий підхід не лише знижує ризик травм, а й сприяє підтриманню загального фізичного та психічного благополуччя працівників.

Окрему увагу заслуговує використання дронів на базі ШІ для інспекцій небезпечних ділянок виробництва. Безпілотники здатні здійснювати огляд висотних конструкцій, зон із підвищеною температурою чи токсичним середовищем, що зменшує ризик травмування персоналу. Крім того, системи на основі штучного інтелекту допомагають у створенні цифрових карт ризиків, які постійно оновлюються відповідно до актуальних даних моніторингу [2].

Використання ШІ у навчанні персоналу також є важливим напрямом. Завдяки технологіям віртуальної та доповненої реальності, працівники можуть проходити практичні тренування в умовах, наближених до реальних, без ризику для життя та здоров'я. ШІ створює адаптивні навчальні програми, які враховують індивідуальний рівень знань працівника, що підвищує якість підготовки.

Разом з тим, впровадження систем штучного інтелекту потребує вирішення низки проблем. Серед них – висока вартість обладнання, складність технічного обслуговування, потреба у висококваліфікованих спеціалістах. Важливим аспектом залишається етичне використання даних, особливо біометричних, та дотримання принципів конфіденційності. Крім того, алгоритми мають бути прозорими, щоб уникнути помилкових рішень, які можуть вплинути на безпеку працівників [3].

Роль штучного інтелекту у прогнозуванні виробничого травматизму полягає у створенні системи безпеки нового покоління, що ґрунтується на аналізі даних, автоматичному контролі та проактивному управлінні ризиками. Використання ШІ дозволяє підвищити ефективність охорони праці, скоротити кількість нещасних випадків і створити безпечніше робоче середовище. У майбутньому синергія штучного інтелекту, автоматизації та цифровізації стане фундаментом інтелектуальних систем безпеки, орієнтованих на людину [1–3].

ЛІТЕРАТУРА

1. The Role of AI in Predicting Workplace Hazards and Preventing Accidents. 22nd Oct, 2024. URL: <https://www.hse-network.com/the-role-of-ai-in-predicting-workplace-hazards-and-preventing-accidents>.
2. Global report. Revolutionizing health and safety: The role of AI and digitalization at work. International Labour Organization (ILO), 2025 DOI: <https://doi.org/10.54394/KNZE0733>.
3. Mohamed El-Helaly. Artificial Intelligence and Occupational Health and Safety, Benefits and Drawbacks. Med Lav. 2024 Apr 24;115(2):e2024014 DOI: <https://doi.org/10.23749/mdl.v115i2.15835>.

ПРОФІЛАКТИКА ПРОФЕСІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ НА ОСНОВІ НАУКОВИХ МЕТОДИК

Цимбал Б. М., д-р наук з держ. упр., доц.,

Шапошник О. О., здобувачка

Національний університет цивільного захисту України

Проблема професійних захворювань залишається надзвичайно актуальною, оскільки умови праці не завжди відповідають встановленим гігієнічним нормам, а працівники часто піддаються впливу шкідливих виробничих факторів. До них належать фізичні (шум, вібрація, підвищена температура), хімічні (токсичні речовини, пари, пил), біологічні (мікроорганізми) та психоемоційні (стрес, перевтома) чинники [1].

Для зменшення ризику виникнення професійних захворювань необхідно впроваджувати сучасні наукові методики, які дають можливість комплексно оцінювати небезпеки виробничого середовища, своєчасно виявляти порушення та запобігати розвитку патологічних процесів. Основною метою профілактики є збереження здоров'я, працездатності та довголіття працівників [2].

Профілактика професійних захворювань базується на системному підході, який передбачає гігієнічний аналіз умов праці, проведення медичного нагляду, лабораторні дослідження, а також впровадження організаційних та технічних заходів. Одним із ключових напрямів є гігієнічна оцінка умов праці, що передбачає вимірювання рівнів шуму, вібрації, температури, концентрації пилу або токсичних речовин у повітрі. Отримані результати порівнюються з гранично допустимими нормами, що дозволяє визначити ступінь небезпеки [3].

Важливе місце посідають медико-статистичні дослідження, які відображають динаміку захворюваності серед працівників різних галузей. На основі цих даних можливо виявити провідні етіологічні фактори, розробити цільові профілактичні програми та оптимізувати умови праці.

Сучасні підходи передбачають також використання біомоніторингу, що включає дослідження біологічних середовищ організму (крові, сечі) з метою виявлення токсичних речовин або продуктів їхнього метаболізму. Це дозволяє діагностувати ранні зміни в організмі задовго до клінічного прояву хвороби.

Не менш важливим аспектом є психологічна профілактика. Хронічне емоційне напруження, високе навантаження та відсутність відпочинку спричиняють розвиток стресових станів та професійного вигорання. Для мінімізації цих ризиків доцільно впроваджувати психологічне консультування, тренінги емоційної стійкості та програми підтримки персоналу.

Суттєву роль відіграють інформаційно-аналітичні технології, що забезпечують прогнозування можливих ризиків для здоров'я на основі математичних моделей. Такі інструменти дозволяють оцінити вплив конкретних факторів та розробити превентивні заходи з урахуванням індивідуальних та виробничих характеристик.

Первинна профілактика передбачає створення безпечних умов праці: впровадження ефективних вентиляційних систем, застосування засобів індивідуального захисту, безпечних технологій, організацію раціонального режиму праці та відпочинку.

Вторинна профілактика включає періодичні медичні огляди, раннє виявлення відхилень у стані здоров'я, санітарно-просвітницьку діяльність серед працівників та контроль ефективності профілактичних заходів.

Систематичне застосування науково обґрунтованих методик дозволяє не лише запобігти розвитку професійних захворювань, а й оптимізувати умови праці, підвищити ефективність виробничих процесів та загальний рівень безпеки на підприємствах.

Науково обґрунтована профілактика професійних захворювань є невід'ємною складовою системи охорони праці.

Поєднання медичних, гігієнічних, психологічних і інформаційних методів забезпечує раннє виявлення ризиків і запобігання їх розвитку.

Ефективна профілактика можлива лише за умови тісної співпраці між медичними працівниками, спеціалістами з охорони праці та керівниками підприємств. Такий підхід сприяє збереженню здоров'я працівників та стабільності виробничих процесів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про охорону праці: Закон України від 14 жовтня 1992 р. № 2694-ХІІ // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2694-12> (дата звернення: 22.10.2025).

2. ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems – Requirements with guidance for use. Geneva: International Organization for Standardization, 2018. URL: <https://www.iso.org/standard/63787.html> (дата звернення: 22.10.2025).

3. Дьяків О.В. Управління професійними ризиками у системі охорони праці рятувальників. Сучасні технології цивільного захисту. 2020. № 2. С. 67 – 74.

УДК 628.81:331.45

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ

Цимбал Б. М., д-р наук з держ. упр., доц.,

Штукіна В. В., здобувачка

Національний університет цивільного захисту України

Під час виконання технологічних процесів у виробничих приміщеннях у повітряне середовище можуть надходити шкідливі забруднювачі – надлишкове

тепло, волога, гази, пари, пил. Потрапляючи в організм людини, вони спричиняють погіршення самопочуття, отруєння, професійні захворювання та зниження продуктивності праці. До головних технічних засобів захисту працівників від дії шкідливих речовин належить ефективна система вентиляції, яка забезпечує нормалізацію мікроклімату у виробничих приміщеннях [1].

Вентиляція – це комплекс інженерних заходів, спрямованих на створення та підтримання допустимих санітарно-гігієнічних і технологічних параметрів повітряного середовища. Вона забезпечує видалення надлишків теплоти, вологи, шкідливих речовин та подачу свіжого повітря. Згідно з вимогами ДСН 3.3.6-042-99 «Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», вентиляційні системи повинні гарантувати чистоту повітря та відповідність мікроклімату нормативам.

Системи вентиляції класифікують за способом переміщення повітря (природна, механічна, комбінована), за напрямком потоку (припливна, витяжна, припливно-витяжна), за місцем дії (загальнообмінна, місцева, комбінована) та за призначенням (робоча, аварійна). Припливна вентиляція подає підготовлене зовнішнє повітря, витяжна – видаляє забруднене, а комбінована поєднує обидва принципи.

Загальнообмінна вентиляція забезпечує обмін повітря у всьому об'ємі приміщення, тоді як місцева усуває шкідливі виділення безпосередньо у місцях їх утворення. Аварійна вентиляція використовується у разі раптового виділення токсичних або вибухонебезпечних речовин.

Одним із головних напрямів сучасних досліджень є підвищення енергоефективності вентиляційних систем. Висока енергоємність традиційних установок потребує значних експлуатаційних витрат на опалення, охолодження та подачу повітря [2]. Одним із рішень є впровадження технології рекуперації тепла, коли енергія відпрацьованого повітря передається припливному потоку. Це дозволяє зменшити витрати енергії до 30–50 %.

Важливою складовою сучасних вентиляційних систем є автоматизація управління (АСУВ). Інтелектуальні системи регулюють інтенсивність повітрообміну залежно від температури, вологості, кількості людей чи рівня забруднення повітря, що забезпечує оптимальний режим роботи та знижує енергоспоживання.

Очищення повітря від шкідливих домішок здійснюється за допомогою механічних, електростатичних, хімічних або комбінованих фільтрів. Вибір методу очищення залежить від характеру забруднень та технологічних особливостей виробництва. Регулярне технічне обслуговування та очищення вентиляційних каналів суттєво впливає на ефективність та безпечність роботи системи [3].

Модернізація вентиляційних систем передбачає заміну застарілого обладнання на енергоефективні установки з інверторними приводами, що дозволяє зменшити споживану потужність та підвищити надійність роботи. Застосування рекуператорів, АСУВ і систем моніторингу параметрів повітря формує основу для створення «розумних» вентиляційних систем.

Отже, сучасна система вентиляції є важливим елементом забезпечення безпечних умов праці. Вона не лише впливає на стан здоров'я працівників, а й визначає енергоефективність, екологічність і технологічну надійність виробництва. Ефективна вентиляція сприяє профілактиці професійних ризиків, підвищенню комфорту, зменшенню викидів шкідливих речовин і підвищенню загального рівня промислової безпеки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шкідливий вплив виробничого шуму на організм людини та засоби його мінімізації на робочому місці. Охорона праці. 2021. URL: <https://oppb.com.ua/news/shkidlyvyy-vplyv-vyrobnychogo-shumu-na-organizm-lyudyny-ta-zasoby-yogo-minimizatsiyi-na> (дата звернення: 20.10.2025).
2. ДСН 3.3.6.037-99. Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Київ: МОЗ України, 1999. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99#Text> (дата звернення: 20.10.2025).
3. ДСТУ 2867-94. Методи оцінювання виробничого шумового навантаження. Київ: Держспоживстандарт України, 1994. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=48151 (дата звернення: 20.10.2025).
4. Методи та засоби захисту від шуму. URL: <https://spo.stu.cn.ua/Oksana/posibnik/840.html> (дата звернення: 20.10.2025).
5. Охорона праці на підприємствах з підвищеним рівнем шуму. URL: <https://pro-op.com.ua/article/17846-okhorona-pratsi-na-pidpriemstvakh-z-pidvishchenim-rivnem-shumu> (дата звернення: 20.10.2025).

УДК 614.84

ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ЗА ПРИЗНАЧЕННЯМ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Черкашин О. В., канд. пед. наук, доц.,

Китич О. Ю., здобувач,

Національний університет цивільного захисту України

В сучасних умовах, коли Україна перебуває в стані збройної агресії, особлива увага приділяється безпеці та ефективності дій усіх служб, залучених до забезпечення життєдіяльності держави. Пожежно-рятувальні підрозділи Державної служби України з надзвичайних ситуацій відіграють ключову роль у ліквідації наслідків надзвичайних подій, рятуванні людей, наданні допомоги

постраждалим, а також у забезпеченні пожежної безпеки в зонах бойових дій та на прифронтових територіях.

В умовах воєнного стану суттєво зростають ризики для особового складу пожежно-рятувальних підрозділів. Їх діяльність супроводжується додатковими загрозами — обстрілами, мінною небезпекою, руйнуванням інфраструктури, нестачею ресурсів і постійною зміною обстановки. У таких умовах питання організації безпеки праці стає пріоритетним, адже від нього залежить не лише збереження життя та здоров'я рятувальників, а й успішне виконання ними оперативних завдань.

Тож є актуальним питання розгляду особливостей забезпечення безпеки праці особового складу пожежно-рятувальних підрозділів під час виконання ними завдань за призначенням в умовах воєнного стану, аналіз чинних заходів безпеки, виявлення проблемних аспектів та визначення напрямів їх удосконалення [1].

Основні пріоритетні напрямки підвищення безпеки особового складу пожежно-рятувальних підрозділів нами наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Пріоритетні напрямки підвищення безпеки особового складу

Напрямок	Очікуваний ефект	Термін реалізації
Технічне оснащення	Зниження травматизму на 70%	6 місяців
Навчання персоналу	Підвищення кваліфікації на 50%	3 місяці
Модернізація техніки	Підвищення захищеності на 60%	12 місяців

Система підготовки особового складу пожежно-рятувальних підрозділів становить складний та багатогранний процес формування професійних компетентностей. Сучасні виклики вимагають постійного вдосконалення методик навчання, впровадження інноваційних підходів до професійної підготовки. Важливим аспектом цього напрямку є теоретична підготовка, яку потрібно поєднувати з максимально наближеними до реальних умов практичними тренуваннями. Тут стануть у нагоді симуляційні сценарії, за допомогою яких можна максимально відтворити складні оперативні ситуації.

Психологічна підготовка становить окремий напрямок навчання. Рятувальники опановують техніки екстреної комунікації, управління стресовими станами, прийняття рішень в умовах невизначеності. Спеціальні тренінги дозволяють формувати стійкість до психоемоційних навантажень.

Технічне забезпечення навчального процесу включає сучасні тренажери, віртуальні симулятори та мультимедійні комплекси. Інтерактивні системи дають змогу моделювати надзвичайно складні сценарії з мінімальними ризиками для життя та здоров'я тих, хто навчається. Професійна підготовка передбачає постійне вивчення та впровадження передового досвіду. Співробітники ДСНС аналізують результати реальних оперативних дій, вивчають міжнародні практики, беруть участь у спеціалізованих конференціях

та стажуваннях, де використовують сучасні технічні засоби як от: безпілотні системи, робототехніку, моніторинг.

Взаємодія між різними підрозділами є принциповим елементом навчання. Спільні тренування, комплексні навчання з імітацією реальних надзвичайних ситуацій дозволяють відпрацьовувати механізми ефективної комунікації та координації дій. Безперервна освіта та самовдосконалення стають визначальними принципами професійного розвитку. Кожен співробітник ДСНС розглядається як активний учасник процесу навчання, здатний генерувати інновації та пропонувати нові підходи до вирішення складних завдань.

Таким чином розробка рекомендацій для підвищення безпеки рятувальників включає пріоритетні напрямки: технічне оснащення, навчання та модернізацію техніки, що знижують травматизм та підвищують ефективність роботи. Впровадження сучасних технологій, таких як автоматизація та безпілотні системи, дозволяє скоротити час реагування та зменшити ризики.

Стандартизація процесів і психологічна підготовка сприяють зниженню помилок та підвищенню стійкості особового складу. Крім того, обмін досвідом та система матеріального стимулювання допомагають підтримувати високий рівень безпеки та професійної готовності.

Комплексний підхід до навчання, оснащення та психологічної підтримки є основою для ефективної роботи підрозділів ДСНС в умовах воєнного стану.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дії підрозділів ДСНС України в умовах воєнного стану – навчальний посібник/ за редакцією Мирослава Ковалю. Львів: ЛДУ БЖД, 2023. 306 с.

УДК 614.84

УДОСКОНАЛЕННЯ НАПРЯМКІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ДІЯЛЬНОСТІ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ПОЖЕЖНО- РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ В УМОВАХ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ

Черкашин О.В., канд. пед. наук, доц.,

Китич О.Ю., здобувач

Національний університет цивільного захисту України

Воєнні дії на території України зумовили суттєві зміни у діяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій. Пожежно-рятувальні підрозділи сьогодні діють у зонах бойових дій або поблизу них, часто в умовах руйнувань, нестабільної обстановки, обмеженого доступу до ресурсів і постійної загрози життю. Безпека особового складу стає визначальним чинником ефективності реагування.

Основними напрямками підвищення безпеки рятувальників є:

Організаційно-тактичне забезпечення:

Першочерговим завданням є правильне планування дій підрозділів у районах підвищеної небезпеки. Це включає:

- попередню розвідку зони виконання завдань із залученням військових структур або безпілотних літальних апаратів;
- створення безпечних маршрутів руху техніки з урахуванням мінних полів і зон обстрілу;
- чітке інформування особового складу про ризики та порядок дій у разі зміни обстановки;
- налагодження взаємодії з підрозділами Збройних Сил України, Національної поліції, місцевими адміністраціями та медичними службами;

Технічна безпека та інженерний захист

Значна увага приділяється модернізації матеріально-технічної бази. Серед пріоритетних напрямів:

- оснащення рятувальників бронебованими автомобілями або броньованими вставками у кузови пожежних машин;
- використання захисних елементів (бронежилетів, касок, окулярів, протиуламкових щитів);
- застосування дронів для розвідки місцевості, виявлення осередків займання або руйнувань без прямого залучення людей;
- облаштування тимчасових укриттів для збереження особового складу та техніки під час обстрілів;
- впровадження системи моніторингу небезпечних зон через супутниковий зв'язок і цифрові карти.

Завдяки цим заходам зменшується кількість травмувань і загибелі серед працівників служби цивільного захисту;

Навчання та професійна підготовка

Систематична підготовка персоналу в умовах, наближених до реальних бойових, є ключовою складовою безпеки.

Рекомендується впроваджувати:

- тренування з евакуації та рятування під час обстрілів;
- відпрацювання алгоритмів взаємодії з військовими підрозділами;
- навчання роботі з вибухонебезпечними предметами спільно з саперами;
- ознайомлення з новітніми засобами зв'язку, спостереження і координації дій.

Такі навчання мають бути системними і проходити не рідше ніж раз на квартал, із залученням інструкторів від навчальних закладів ДСНС України;

Інформаційна та комунікаційна безпека

Захист оперативної інформації – невід'ємний елемент загальної безпеки. Поширення фото, відео або координат місця подій у відкритих джерелах може призвести до виявлення позицій рятувальників противником. Тому важливо дотримуватися режиму інформаційної тиші, використовувати зашифровані канали зв'язку та навчати особовий склад основам кібербезпеки.

Підвищення рівня безпеки особового складу пожежно-рятувальних підрозділів в умовах воєнного стану – це комплексна задача, яка потребує міжвідомчої координації, наукового підходу та сучасного технічного забезпечення. Реалізація системи організаційних, технічних, психологічних та навчальних заходів дозволить:

- зменшити ризики травматизму;
- підвищити морально-психологічну стійкість колективів;
- забезпечити безперервність виконання завдань служби цивільного захисту навіть у найскладніших умовах.

У подальшому доцільним є розроблення єдиної концепції безпеки рятувальників у воєнний час, яка передбачатиме стандарти дій, матеріально-технічне забезпечення та алгоритми взаємодії з військовими формуваннями.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дії підрозділів ДСНС України в умовах воєнного стану – навчальний посібник/ за редакцією Мирослава Коваля. Львів: ЛДУ БЖД, 2023. 306 с.

ОБЛІК НЕЩАСНИХ ВИПАДКІВ, ПРОФЕСІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ТА АВАРІЙ НА ВИРОБНИЦТВІ

Черненко О. М., канд. мед. наук, доц.,

Вовк Н. П., канд. пед. наук, доц.,

Національний університет цивільного захисту України

Для попередження причин нещасних випадків та уникнення випадків травматизму під час виконання різних робіт, а також виникнення професійних захворювань необхідно здійснювати спеціальні заходи, які можна поділити на технічні та організаційні. До технічних відносять заходи з підтримки санітарії та гігієни праці (створення комфортних умов, забезпечення нормальної освітленості, забезпечення нормального режиму роботи і відпочинку, видалення небезпечних об'єктів на безпечну відстань, заміна небезпечних речовин і матеріалів на безпечні, зниження рівня шуму й вібрації тощо), а також з техніки безпеки (роботизація та автоматизація робочих процесів, використання огороження, сигналізації та знаків безпеки, застосування засобів захисту, використання безпечного устаткування тощо). До організаційних заходів відносять такі: правильну організацію праці, планування заходів з охорони праці, проведення навчання, стажувань та інструктажів, організацію планово-попереджувального ремонту небезпечного устаткування, пропаганду безпечної праці, висвітлення проблем охорони праці, фактів і причин травматизму й аварій у засобах масової інформації тощо. У разі втрати працездатності працівниками об'єкта загальнодержавні збитки за рік складаються з витрат внаслідок недоданої

продукції, заміни непрацездатного працівника, компенсації за тимчасову втрату працездатності, а також з витрат на лікування потерпілого та санаторне лікування, на переведення потерпілого на більш легку роботу, виплат по інвалідизації тощо [1, 2].

Розслідування та облік нещасних випадків щодо зазначених осіб здійснюються у порядку, визначеному міністерствами та іншими державними органами, в управлінні яких перебувають військові частини, установи, організації, заклади освіти та підрозділи, де проходять службу або утримуються такі особи. Порядок проведення розслідування та обліку нещасних випадків, що сталися з вихованцями, учнями, студентами, курсантами, слухачами, стажистами, клінічними ординаторами, аспірантами та докторантами під час навчально-виховного процесу, визначається МОН за погодженням з відповідним профспілковим органом [1, 3].

Результати розслідування нещасного випадку під час виконання службового обов'язку, що спричинило втрату працездатності не менше одного робочого дня, оформляються адміністрацією протягом трьох днів.

Умовою виплати матеріального утримання є рішення комісії про наявність виробничої травми. Потерпілий зобов'язаний одержати повне відшкодування збитків, заподіяних йому в результаті нещасного випадку, втрачений заробіток у повному розмірі, а також одноразову допомогу. Якщо нещасний випадок стався внаслідок невиконання потерпілим вимог нормативних актів з охорони праці, розмір одноразової допомоги може бути зменшений у порядку, обумовленому трудовим колективом за поданням власника і профспілкового комітету, але не більше ніж на 50 %. Існують випадки, коли травму завдано на робочому місці, але вона не є виробничою травмою. До таких відносять травми, отримані:

- у стані алкогольного чи наркотичного сп'яніння;
- у результаті дій, вчинених у корисливих цілях;
- під час спортивних ігор на перерві;
- у результаті невдалої спроби самогубства.

В акті спеціального розслідування нещасного випадку, який стався внаслідок аварії, зазначаються її категорія та розмір заподіяної під час цієї аварії матеріальної шкоди. У цьому документі комісія також дає оцінку діям державних і відомчих органів нагляду та контролю за безпечним веденням робіт на підприємстві. Акт спеціального розслідування підписується головою і всіма членами комісії. Якщо якийсь член комісії не згоден зі змістом акта, він у письмовій формі додає до акта свою думку.

У разі виявлення професійних захворювань також необхідно проводити спеціальне розслідування. Спеціальне розслідування проводиться після одержання керівником об'єкта висновку клініки науково-дослідного інституту про встановлення остаточного діагнозу щодо професійного захворювання в потерпілого. Зв'язок профзахворювання з умовами праці з'ясовується на підставі клінічних даних і санітарно-гігієнічних умов праці [4, 6].

ЛІТЕРАТУРА

1. Безпека життєдіяльності: навч. посіб. / Т.Є. Стиценко, Г.В. Пронюк, Н.М. Сердюк, І.І. Хондак. Харків: ХНУРЕ. 2018. 336 с.
2. Голінько В.І. Основи охорони праці: підручник / В.І. Голінько. 2-ге вид. Дніпропетровськ: НГУ, 2014. 271 с.
3. Забезпечення охорони праці та особистої безпеки в Національній поліції України: навч. посіб. / за заг. ред. В.Г. Грибана, В.А. Глуховері. Дніпро: Дніпропетровськ. держ. ун-т внутр. справ; Ліра ЛТД, 2017. 212 с.
4. Основи стратегії національної безпеки та оборони держави: підручник / О.П. Дузь-Крятченко, П.М. Грицай, В.П. Грищенко та ін. 3-тє вид., перероб. і допов. Київ: НУОУ ім. Івана Черняхівського, 2015. 620 с.
5. Панімаш Ю., Вовк Н. (2021). ПРОБЛЕМА УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ В ОРГАНАХ І ПІДРОЗДІЛАХ ДСНС УКРАЇНИ. *Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація*, 5(1), 27-39.
6. Ткачук А.І. Цивільний захист. Курс лекцій: навч. посіб. / А.І. Ткачук, О.В. Пуляк. Перевид., допов. та перероб. Кропивницький: Авангард, 2017. 144 с.

УДК 614.8.084

АКТУАЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ЕКЗОСКЕЛЕТІВ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ КІЛЬКОСТІ ПРОФЕСІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ОПОРНО-РУХОВОГО АПАРАТУ

Шаломов В. А., канд. техн. наук, доц.,

Хряп П. Д.,

Жирков В. Ю., аспіранти

ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»,

Український державний університет науки і технологій

Порушення скелетно-м'язової системи внаслідок високих фізичних навантажень на робочому місці є однією з головних причин професійної непрацездатності. До ключових факторів тяжкості трудового процесу належать підйом і перенесення важких вантажів, статичні та динамічні навантаження, незручні робочі пози, а також глибокі нахили корпусу, які тривалий час виконуються працівником [1].

Хоча частка важкої фізичної праці в промисловості поступово зменшується, низка професій, зокрема будівельники, монтажники, вантажники та зварювальники, продовжує перевищувати допустимі гігієнічні нормативи. Це призводить до численних травм і професійних захворювань опорно-рухового апарату (ОРА), що негативно впливає на працездатність та якість життя працівників. Інтенсивність навантажень визначається не лише характером праці, а й недостатньою ергономікою обладнання та організацією робочих місць.

За даними Європейського фонду поліпшення умов життя і праці, фізичні ризики – перенесення вантажів, стереотипні рухи рук та незручні робочі пози – впливають на близько 61% працівників у країнах ЄС [2]. Найбільше ризикують працівники будівництва, сільського господарства, промисловості, транспорту та охорони здоров'я. Приблизно 30% чоловіків і жінок виконують стереотипні рухи або утримують незручну позу протягом значної частини робочого часу. Як наслідок, поширені захворювання включають біль у спині (43%), шиї та плечах (42%), ногах (29%). В ЄС близько 44 мільйонів працівників страждають від захворювань ОРА, що щорічно спричиняє витрати близько 240 млрд євро. Відновлення після травм плеча потребує в середньому 23 робочих днів, спини – 7 днів, інших локалізацій – 9 днів, що істотно впливає на ефективність виробничих процесів.

Сучасні технології автоматизації дозволяють частково знизити ризик професійних захворювань та нещасних випадків, проте повна автоматизація виробництва залишається дорогою і не завжди доцільною. Крім того, вона не може бути застосована у виробничих операціях, що потребують гнучкості, адаптації та прийняття рішень працівником. У цьому контексті екзоскелети вигідно відрізняються тим, що поєднують механічну підтримку з когнітивними і творчими здібностями людини, дозволяючи зменшити фізичне навантаження без втрати гнучкості та точності дій. Вони допомагають утримувати важкий інструмент, підтримують поставу і знижують навантаження на м'язи спини, плечі та руки.

На світовому ринку екзоскелети розробляються у США, Японії, Південній Кореї, Європі та останнім часом і в Україні. Їх ефективність доведена у промисловості, де працівники зазнають високих динамічних і статичних навантажень, зокрема на автомобільному виробництві та у будівництві. Найбільш ефективні екзоскелети для верхніх кінцівок, що підтримують утримання важкого інструменту та правильну робочу позицію. Існують конструкції з підпружиненим плечем або механізованими рукавичками (екзорукавички). Екзоскелети для підтримки постави значно знижують навантаження при нахилах, підйомах та тривалому статичному положенні, що сприяє зменшенню ризику професійних захворювань ОРА.

Розробка екзоскелетів активно триває, проте галузь ще далека від досконалості. Актуальним є підвищення фізичної (pHRI) та когнітивної (сHRI) взаємодії людини з пристроєм, що забезпечує не лише механічну підтримку, а й адаптацію до дій та рішень працівника [3].

Високі фізичні навантаження залишаються головним фактором ризику професійних захворювань ОРА плечового пояса. Використання промислових екзоскелетів верхніх кінцівок для асистування виробничих рухів дозволяє оптимально перерозподілити навантаження по тілу, підвищити працездатність, зменшити травматизм і витрати на лікування. За своїми можливостями екзоскелети можуть стати сучасним ефективним засобом індивідуального захисту, що потребує подальшого вдосконалення, стандартизації та розробки методів оцінки їх безпеки і ефективності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Беліков, А.С., Шаломов, В. А., Кульбач, А. А., Калда, Г. С., Коваленко, О. В., Бородіна, Н. А., Третьяков О. В., Данченко, Ю. М. (2022). *Ергономіка в будівництві* (2-ге вид.). Дніпро: Журфонд. ISBN 978-966-934-332-1.
2. Otten, В.М., Weidner, R., & Argubi-Wollesen, A. (2018). Evaluation of a Novel Active Exoskeleton for Tasks at or Above Head Level. *IEEE Robot. Autom. Lett.*, 3, 2408–2415.
3. Bornmann, J., Schirrmeister, В., Parth, Т., & Gonzalez-Vargas, J. (2020) Comprehensive development, implementation and evaluation of industrial exoskeletons. *Current Directions in Biomedical Engineering*, 6(2):1–4.

УДК 622.788: 331.45

УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОМОСТОВИХ ВАНТАЖОПІДІЙМАЛЬНИХ КРАНІВ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМПЛЕКСУ

*Шаповалов В. А., канд. техн. наук, доц.,
Будін Є. І., аспірант
Криворизький національний університет*

Експлуатація електромостових вантажопідіймальних кранів на підприємствах гірничо-металургійного комплексу (ГМК) високою інтенсивністю та потенційно критичним ризиком травмування персоналу. Це зумовлено специфічними небезпечними виробничими факторами: виконання робіт на висоті, переміщення вантажів над робочими зонами, ризики отримання електротравм, обмеженість шляхів евакуації з кабіни керування, стан застосовуваних вантажозахоплювальних пристроїв тощо.

Чинна нормативно-правова база, що регламентує безпечну експлуатацію вантажопідіймальних кранів (зокрема [1 – 5]) є обов'язковою основою, проте її загальний характер вимагає посилення через впровадження проактивних та деталізованих інструментів управління.

Інтеграція корпоративних стандартів у Системи управління охороною праці (СУОП) забезпечує стратегічний перехід від реактивного до проактивного управління ризиками [6] та посилює державні норми за такими ключовими напрямками:

Дисциплінарне посилення та нульова толерантність до порушень. Корпоративні «Кардинальні правила» (КП) (наприклад, заборона перебування працівника під вантажем або на несанкціоноване зняття блокувальних пристроїв) вводять в СУОП абсолютний імператив. Фіксація порушень КП є підставою для негайного притягнення до відповідальності (аж до звільнення), що сприяє підвищенню виконавчої дисципліни.

Системне проактивне управління ризиками. Застосовується системна ідентифікація та оцінка ризиків на всіх етапах робіт. Ці інструменти трансформують загальне поняття «виробничої інструкції» в обов'язкові, документовані, візуалізовані та динамічні процедури.

Конкретизація превентивних заходів через візуалізацію. Розробка «Карт Безпечного робочого простору» (БРП) для електромостових кранів в режимах ремонту та експлуатації дозволяє візуалізувати наявні небезпеки та детально визначити організаційні й технічні заходи управління ризиками.

Застосування предиктивних інструментів попередження інцидентів з високою прогностичною спроможністю для виявлення критичних ризикових ситуацій, спричинених синергетичним впливом небезпечних факторів. Підтверджують свою ефективність технології комп'ютерного зору для виявлення небезпечних ситуацій та автоматичного отримання сповіщень про них [7]. Стає на часі перехід до застосування комплексних інструментаріїв підвищення ситуаційної обізнаності фахівців, що дозволяють оперативно переводити отримані прогностичні дані у чітке управлінське рішення.

Комплексний аудит та навчання. Проведення цільових аудитів безпеки цільові аудити безпеки, що фокусують управлінський нагляд на критичних зонах (підкранові шляхи, стан приладів та пристроїв безпеки, схеми захисту тощо), а також поведінкових аудитів безпеки, що виводять контроль на рівень індивідуальної відповідальності машиністів кранів, стропальників, слюсарів з ремонту ВПМ та ін. Також ефективно застосування тренінг-інструктажів, що забезпечують практичне відпрацювання безпечних прийомів роботи та усвідомлення ризиків.

Застосування додаткових систем контролю небезпечних енергій за принципом «Блокування-Маркування-Перевірка» (БМП), які органічно інтегрується в існуючі наряд-допускні системи, реалізуючи принцип багатобар'єрного захисту від небезпечних виробничих факторів.

Гармонізація національного законодавства з корпоративними стандартами безпеки є ключовим механізмом створення інтегрованої та ефективної СУОП на підприємствах ГМК. Корпоративні інструменти виступають як посилювальне, деталізуюче та візуалізуюче доповнення до загальнодержавних норм.

Практична цінність інтеграції полягає у перетворенні загальних законодавчих вимог на конкретні, обов'язкові, проактивні процедури та поведінкові вимоги, що забезпечує системне підвищення культури безпеки та зниження ймовірності травмування персоналу в т.ч. при експлуатації вантажопідіймального устаткування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про затвердження Правил охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання: Наказ М-ва соц. політики України від 19.01.2018 № 62. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0244-18#Text>

2. Закон України «Про охорону праці»: Закон України від 14 жовт. 1992 р. № 2694-ХІІ // Відомості Верховної Ради України. – 1992. – № 49. – Ст. 668.

3. Кодекс цивільного захисту України: Кодекс України від 02.10.2012 № 5403-VI : станом на 12 верес. 2025 р.

4. ОСОБЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ДСТУ ISO 45001:2018 «СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ЗДОРОВ'Я ТА БЕЗПЕКОЮ ПРАЦІ. ВИМОГИ ТА НАСТАНОВИ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ» / О. Нагурський та ін. *Grail of Science*. 2022. № 16. С. 116–121. URL: <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.17.06.2022.020> (дата звернення: 22.10.2025).

5. Про затвердження Загальних вимог стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників : Наказ М-ва надзвича. ситуацій України від 25.01.2012 № 67. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0226-12#Text> (дата звернення: 25.10.2025).

6. Заславський, В.Й., Ковальчук, О.П. (2022). *Проактивне управління ризиками на виробництві: монографія*. Львів: Вид-во політехнічного ун-ту. 250 с.

7. Сендюков, М.О., Сажко, А.Г. (2023). *Цифрова трансформація систем управління охороною праці: методологічний аспект*. Київ: Наук. думка. 380 с.

УДК 331.45:613.6

БЕЗПЕКА ПРАЦІ І ЗДОРОВ'Я ГРОМАДЯН В КОНТЕКСТІ ЕКОЛОГІЧНИХ ВИКЛИКІВ СЬОГОДЕННЯ

Шароватова О. П., канд. пед. наук, доц.,

Федоряка О. І., PhD

Національний університет цивільного захисту України

Екологічні виклики сьогодення поряд із інноваціями щодо захисту довкілля потребують переосмислення підходів і до організації праці та охорони здоров'я. Зростання промислових навантажень, глобальне потепління, урбанізація і деградація природних ресурсів створюють нові ризики для життя та здоров'я людини, безпосередньо впливають на умови праці та її продуктивний стан. Підвищення рівня ультрафіолетового випромінювання, збільшення кількості стихійних явищ, забруднення повітря, води, шум, вібрації, електромагнітне випромінювання, підвищення температурного режиму, зміна вологості й мікроклімату на робочих місцях негативно позначаються на фізичному й психічному стані працівників, створюють додаткові загрози для людей, які працюють на відкритому повітрі або у складних мікрокліматичних умовах. Погіршення умов праці відповідно впливає на демографічну ситуацію та якість життя.

У регіонах із високим рівнем техногенного навантаження спостерігається підвищення рівня професійних захворювань і зниження працездатності. За даними міжнародних досліджень [1, 2], понад 25 % хвороб, пов'язаних із

трудовою діяльністю, мають екологічне походження. Особливо вразливими стали галузі енергетики, хімічної, гірничо-добувної промисловості, сільського господарства.

Відтак, проблематика безпеки праці нині розглядається не лише у виробничому, а й у суспільно-екологічному контексті, як важливий компонент національної екологічної безпеки, екологічна безпека стає пріоритетом системи управління охороною праці. Тож, сучасна політика у сфері охорони праці має базуватися на принципах сталого розвитку: балансі між економічними інтересами, соціальною відповідальністю та екологічною безпекою [3].

У даному контексті інноваційні підходи до зниження ризиків у сфері безпеки праці мають спрямовуватись на:

- впровадження енергоощадних та маловідходних технологій, що зменшують вплив шкідливих речовин на працівників;
- автоматизацію та роботизацію небезпечних процесів, що мінімізує людський фактор;
- застосування інтелектуальних систем моніторингу для контролю екологічних параметрів виробничого середовища (температура, пил, токсичність);
- використання штучного інтелекту для прогнозування аварійних ситуацій та оцінки ризиків;
- подальше впровадження зелених технологій у виробництво, що мінімізують шкідливі викиди;
- розвиток біотехнологічних рішень для очищення повітря та води у виробничих зонах;
- розвиток екологічної освіти та культури безпеки серед громадян.

Застосування таких технологій не лише підвищує ефективність управління охороною праці, а й сприяє формуванню культури екологічної безпеки.

Розвиток екологічної культури та культури безпеки серед населення, освіта у сфері безпечної та екологічно орієнтованої діяльності – сьогодні це вектори державного розвитку та корпоративної стратегії підприємств. Важливим стає формування усвідомлення роботодавцями і працівниками, що безпечні умови праці – це не лише соціальна гарантія, а й передумова збереження здоров'я нації.

Україна активно впроваджує європейські стандарти охорони праці та екологічної безпеки. Міжнародні ініціативи – стандарти ISO 45001:2019 (Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці) та ISO 14001:2015 (Системи екологічного управління) – створюють основу для побудови систем, які поєднують безпечні технологічні процеси та екологічно відповідальне виробництво. Посилюється контроль за дотриманням екологічних норм на підприємствах, програм моніторингу умов праці та підвищення кваліфікації фахівців.

Отже, забезпечення безпечних умов праці є передумовою збереження людського потенціалу, підвищення продуктивності праці та соціальної стабільності, а використання інноваційних технологій, розвиток культури

безпеки й гармонізація взаємодії між людиною, виробництвом і природою формують основу для створення безпечного та здорового майбутнього [2].

Інтеграція екологічних і соціальних стандартів у трудову політику сприяє формуванню нової моделі сталого розвитку, орієнтованої на людину. Гармонійне поєднання принципів охорони праці, захисту довкілля та інноваційного розвитку визначає стратегічний напрям майбутнього цивілізованого світу. Ключовими шляхами до створення безпечного, здорового та сталого суспільства стають партнерство між державою, бізнесом і громадою. Інвестиції у здоров'я працівників, навчання з безпеки, створення комфортного середовища праці стають довгостроковими вкладеннями у людський капітал.

ЛІТЕРАТУРА

1. World Health Organization (WHO). Health and environment: global evidence on environment and health. Geneva: WHO Press, 2022.

2. International Labour Organization (ILO). Safety and health at the heart of the future of work. Geneva: ILO, 2019.

3. United Nations Environment Programme (UNEP). Global Environment Outlook 6: Healthy Planet, Healthy People. Nairobi: UNEP, 2019.

УДК 614.8

ЕКОСИСТЕМА ПРОФЕСІЙНОЇ БЕЗПЕКИ: НОВІТНЯ КОНЦЕПЦІЯ В КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ЛЮДСТВА

Шахвєта С. В., здобувач,

Шароватова О. П., канд. пед. наук, доц.,

Національний університет цивільного захисту України

Війна не лише руйнує інфраструктуру – вона руйнує внутрішній стан людини. Для багатьох працівників сучасна реальність поєднує роботу під загрозою обстрілів, втрату близьких, вимушене переселення та постійний страх. У таких умовах психічне здоров'я стає не менш важливим, ніж фізична безпека. Хронічна тривога, порушення сну, відчуття безпорадності та емоційне вигорання знижують концентрацію, погіршують реакцію і збільшують ризик виробничих помилок та травм. Для професій, пов'язаних із підвищеним ризиком – рятувальників, медиків, енергетиків, комунальників, – психологічна стійкість стає ключовою умовою виживання.

У зоні бойових дій або під час відновлення зруйнованих територій працівники часто стикаються з перевантаженням, відсутністю нормованого відпочинку, конфліктами в колективах, емоційним напруженням через втрату

колег. Ці фактори формують психосоціальні ризики, які так само підлягають оцінці та контролю, як і фізичні чи хімічні.

Згідно з рекомендаціями Міжнародної організації праці (МОП), роботодавці мають передбачати програми психосоціальної підтримки, спрямовані на профілактику стресу, вигорання та посттравматичних розладів. Це може включати регулярні консультації психологів, створення груп взаємодопомоги, навчання керівників навичкам кризового спілкування, а також інформаційні кампанії про ознаки психологічного виснаження.

В Україні дедалі більшої уваги набувають програми «Психічне здоров'я на робочому місці», що реалізуються за підтримки МОП, ВООЗ і Міністерства охорони здоров'я. Їх мета – формування культури турботи про психічне здоров'я як складову безпечної праці. Підприємства, які продовжують діяльність у прифронтових чи звільнених регіонах, мають запроваджувати систему внутрішньої підтримки персоналу, де враховується психологічний стан кожного працівника. Такі заходи не лише знижують рівень травматизму, а й допомагають людям повернути відчуття контролю над власним життям і роботою.

В умовах війни психічна реабілітація працівників стає одним із ключових завдань держави. Робочі місця мають стати простором безпеки й довіри, де люди зможуть не лише працювати, а й відновлювати психологічну рівновагу. Поступове повернення до стабільної праці, участь у колективних відбудовних проєктах, залучення психологів, тренерів зі стрес-менеджменту сприятимуть формуванню культури ментального здоров'я, без якої неможливий сталий розвиток суспільства.

Психологічна безпека – це не допоміжний аспект охорони праці, а її невід'ємна частина, особливо у часи війни. Турбота про емоційний стан працівників є запорукою їхнього фізичного здоров'я, професійної ефективності та загальної безпеки на робочому місці.

У контексті повоєнного відновлення України поєднання охорони праці, психічного здоров'я та екологічної безпеки створює нову, цілісну модель безпечного розвитку держави. У сучасних умовах війни стає очевидним, що охорона праці, психічне здоров'я та екологічна безпека є трьома невід'ємними складовими єдиної системи людської безпеки. Вони взаємодіють між собою та визначають не лише ефективність праці, а й життєстійкість суспільства загалом. Збереження фізичного здоров'я працівників неможливе без належного психологічного стану, а стабільна психіка не може існувати у токсичному чи забрудненому середовищі. Так само екологічна безпека без урахування людського фактора втрачає практичний сенс.

Концепція «екосистеми професійної безпеки» передбачає інтеграцію заходів із безпеки праці, охорони довкілля та ментального добробуту в одну узгоджену політику. Такий підхід відповідає Цілям сталого розвитку (№3 «Міцне здоров'я і благополуччя», №8 «Гідна праця і економічне зростання», №13 «Боротьба зі зміною клімату») [1].

Підприємства, які усвідомлюють значення цих трьох аспектів, формують культуру безпеки – коли піклування про людину, природу і робоче середовище

стає спільною цінністю. Такі організації зазвичай демонструють вищу продуктивність, менше нещасних випадків і нижчий рівень плинності кадрів. Адже працівники, які відчують психологічну підтримку та працюють у чистому, здоровому середовищі, виявляють більшу відданість своїй роботі та вищу професійну стійкість.

Відтак, на державному рівні необхідне створення комплексної стратегії «Безпечне та здорове відновлення», яка об'єднає трудову, екологічну та психосоціальну політику. У рамках такої стратегії можна впроваджувати: стандарти «зеленого робочого місця», національні програми психічного здоров'я для працівників критичної інфраструктури, екологічну сертифікацію підприємств із урахуванням умов праці. Це забезпечить цілісне бачення безпеки – від індивідуального рівня до державної політики [2].

ЛІТЕРАТУРА

1. Завдання та індикатори. Досягнення цілей сталого розвитку в Україні на період до 2030 року. URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/ind.80/bookmtd-goalsalbum110pagesok-3.pdf>.

2. Зелена відбудова: інтеграція екології, безпеки праці та здоров'я людини. URL: <https://ecoaction.org.ua/zelena-vidbudova-ukrainy-pozytsia-hromadskosti.html>.

ЕКОЛОГІЧНІ ВИКЛИКИ СУЧАСНОГО СВІТУ: БЕЗПЕКА ПРАЦІ І МЕНТАЛЬНЕ ЗДОРОВ'Я ГРОМАДЯН

*Шлемен І. О., здобувачка,
Шароватова О. П., канд. пед. наук, доц.,
Національний університет цивільного захисту України*

Проблематика психологічної складової екологічних катастроф є новою, але надзвичайно актуальною для сучасної України, особливо в умовах війни та повоєнного відновлення.

Екологічні катастрофи, спричинені як природними явищами, так і людською діяльністю, мають не лише матеріальні та біологічні наслідки, а й глибокий психологічний вплив на людину та суспільство. Війна в Україні особливо загострила це питання, адже бойові дії призвели до масштабного руйнування інфраструктури, забруднення повітря, ґрунтів і води, виникнення пожеж, витоків хімічних речовин та радіаційних ризиків. Люди, які проживають у зонах екологічного забруднення або беруть участь у ліквідації наслідків таких катастроф, переживають комплексну психічну травму, що поєднує страх, втрату контролю, безсилля й почуття тривалої небезпеки [1].

Одним із найхарактерніших явищ сучасності є екологічна тривога – емоційна реакція на усвідомлення масштабів екологічної кризи.

Працівники, які стикаються з наслідками руйнувань, часто відчують, що навіть після закінчення бойових дій довкілля залишається небезпечним – вода отруєна, повітря забруднене, земля насичена уламками снарядів. Це породжує відчуття нестабільності: людина не може почуватися в безпеці навіть удома або на роботі. Такий стан посилює депресію, емоційне виснаження, порушення сну й апатію.

Для працівників, які ліквідують наслідки екологічних катастроф (рятувальників, енергетиків, медиків, будівельників), характерне явище вторинної травматизації – коли постійний контакт із небезпечним середовищем або чужим болем викликає психологічне виснаження.

Психологічна підтримка таких працівників стає невід'ємною частиною системи безпеки праці, адже емоційна нестабільність підвищує ризик виробничих помилок і травм.

Екологічні катастрофи призводять до соціальної дезорієнтації: люди змушені залишати домівки, втрачати роботу, звичний спосіб життя. Зростає агресія, недовіра, апатія. У громадах, які постраждали від екологічних наслідків війни (руйнування промислових підприємств чи знищення екосистем), формується колективна травма – спільне відчуття втрати, смутку і безсилля. Для подолання таких наслідків потрібні програми колективної психологічної реабілітації, які поєднують відновлення довкілля з відновленням людського потенціалу: волонтерство, екологічні акції, залучення молоді до проєктів озеленення, очищення територій [2, 3].

Важливим елементом психологічної реабілітації є відновлення екологічної ідентичності – відчуття зв'язку людини з природою. Коли працівник бере участь у відновленні парку, очищенні річки чи посадці дерев, він відчуває власну корисність і причетність до життя. Такі практики знижують рівень стресу, сприяють емоційному розвантаженню та зміцнюють віру у майбутнє. Тому екологічні програми мають розглядатися не лише як частина відбудови, а і як інструмент психосоціальної підтримки.

ВООЗ (World Health Organization) та МОП (International Labour Organization) наголошують [4], що у програми відновлення після криз необхідно включати компонент «екологічного ментального здоров'я» – системи моніторингу психологічного стану людей, які працюють у небезпечних або забруднених зонах. Рекомендується створювати мобільні команди психологів, які працюватимуть із ліквідаторами, працівниками комунальних служб і жителями постраждалих територій, а також проводитимуть тренінги з управління стресом і самодопомоги.

Відтак, в умовах критичних викликів сьогодення поступово формується напрям психологічної екології, який вивчає, як стан навколишнього середовища впливає на психіку людини і як емоційний стан людини – на її ставлення до природи. Цей підхід передбачає, що турбота про довкілля – це водночас турбота про себе, про своє ментальне здоров'я. Людина, яка працює в чистому, збалансованому середовищі, має менший рівень стресу, а колективи, що дотримуються екологічних принципів, демонструють вищу згуртованість і відповідальність.

ЛІТЕРАТУРА

1. Mental health and ecological stress in conflict zones. URL: <https://surl.li/jjsshk>.
2. Tetiana Lisovska et al. War in Ukraine: an overview of environmental impacts and consequences for human health. URL: <https://surl.lu/azqixj>.
3. Mental health and climate-related anxiety: Global perspectives. URL: <https://psycnet.apa.org/record/2025-23664-001>.
4. Integrating psychosocial risk management into environmental and occupational safety frameworks. URL: <https://www.worksafetyhub.com.au/blog/integrating-psychosocial-risk-management-into-workplace-safety-systems>.

БЕЗПЕКА ОСОБОВОГО СКЛАДУ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ

*Щербак С. М., канд. техн. наук, доц.,
Національний університет цивільного захисту України*

Безпека рятувальників – ключовий фактор ефективності їх роботи. В умовах війни вона набуває особливого значення, адже кожен виїзд може становити смертельну загрозу.

Для забезпечення безпеки особового складу необхідно:

- використовувати індивідуальні засоби захисту, зокрема бронежилети, каски, захисні костюми, протигази, термостійке спорядження.
- застосовувати тактику дій у зонах ризику, що передбачає розвідку місця події з безпечної відстані, використання дронів для виявлення небезпечних об'єктів і контроль ситуації до початку рятувальних робіт.
- забезпечити координацію дій із Збройними силами України, Національною поліцією, медичними службами та місцевою владою. Це дає змогу зменшити ризики повторних атак і гарантувати оперативну евакуацію поранених рятувальників.
- організовувати психологічну підтримку особового складу, адже постійне перебування у стресових умовах призводить до вигорання, тривожності та ПТСР.

Організаційні та технічні заходи підвищення ефективності роботи Підвищення ефективності роботи пожежно-рятувальних підрозділів можливе через удосконалення організаційних і технічних аспектів:

- використання новітніх технологій — безпілотних літальних апаратів для розвідки місцевості, тепловізорів, мобільних систем зв'язку, супутникової навігації.
- забезпечення сучасними автомобілями та технікою, здатною працювати в умовах руйнувань і відсутності дорожньої інфраструктури.
- проведення постійних навчань і тренувань, моделювання бойових ситуацій, навчання першій медичній допомозі.
- удосконалення нормативно-правової бази, зокрема регламентів взаємодії між цивільними та військовими структурами, процедур допуску рятувальників у зони бойових дій.

Морально-психологічна підтримка та стійкість рятувальників.

Психологічна підготовка є не менш важливою за технічну. Рятувальники часто стикаються зі смертю, руйнуванням, травмами дітей і цивільних, що створює надзвичайне емоційне навантаження.

Необхідно впроваджувати системи реабілітації та психологічного супроводу, проводити регулярні консультації з психологами, тренінги зі стресостійкості, формувати культуру підтримки всередині колективу.

Захист громадян і безпека особового складу пожежно-рятувальних підрозділів у сучасних умовах збройної агресії є одними з найважливіших завдань держави.

Ефективна робота рятувальників можлива лише за умови поєднання високого рівня професійної підготовки, сучасного технічного оснащення, чіткої координації з іншими структурами безпеки та належного психологічного забезпечення.

Розвиток матеріально-технічної бази, удосконалення законодавства, впровадження новітніх технологій та систем управління ризиками сприятиме підвищенню рівня безпеки населення і збереженню життя рятувальників, які щодня виконують свій обов'язок в умовах воєнної небезпеки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Закону України “Про охорону праці”.
2. Кодексу законів про працю (КЗпП).
3. Про затвердження Правил безпеки праці в органах і підрозділах МНС України. Частина 1. Наказ МНС України від 07.05.2007 року № 312.
4. Статут дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж.

УДК 614.84

ЗАХИСТ ГРОМАДЯН ТА БЕЗПЕКА ОСОБОВОГО СКЛАДУ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ В УМОВАХ МАСОВИХ РУЙНУВАНЬ ПІД ЧАС ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ

Щербак С. М., канд. техн. наук, доц.,

Національний університет цивільного захисту України

Чижик М. В., головний інспектор відділу,

Самарівського районного управління цивільного захисту та превентивної діяльності Головного управління ДСНС України у Дніпропетровській області

Сучасні виклики, спричинені збройною агресією проти України, створюють безпрецедентні умови для діяльності пожежно-рятувальних підрозділів.

Масові руйнування інфраструктури, житлових будинків, промислових об'єктів, транспортних мереж та об'єктів критичної інфраструктури призводять до численних пожеж, вибухів, обвалів і загибелі людей. У таких умовах основним завданням рятувальників є не лише оперативне реагування на надзвичайні ситуації, а й забезпечення власної безпеки під час виконання службових обов'язків.

Особливістю роботи у воєнний період є постійна загроза повторних ударів по місцю події. Це вимагає від рятувальників високого рівня професіоналізму, психологічної стійкості, злагодженості дій та дотримання суворих правил безпеки.

Основною метою пожежно-рятувальних підрозділів в умовах масових руйнувань під час збройної агресії – є забезпечення реагування на надзвичайні ситуації, а зокрема ліквідація надзвичайних ситуацій для захисту громадян.

Захист громадян та безпека особового складу пожежно-рятувальних підрозділів здійснюється на принципах:

- пріоритетності завдань, спрямованих на рятування життя та збереження здоров'я людей;
- особистої відповідальності і піклування громадян про власну безпеку, неухильного дотримання ними правил поведінки та дій у надзвичайних ситуаціях;
- відповідальності у межах своїх повноважень посадових осіб;
- максимально можливого, ефективного і комплексного використання наявних сил і засобів, які призначені для ліквідації надзвичайних ситуацій.

Для оперативного управління силами і засобами в умовах збройної агресії призначені оперативні штаби, які працюють в цілодобовому режимі. До їх обов'язків входить повний контроль за обстановкою, починаючи від збору інформації та реагування на неї, закінчуючи забезпеченням діяльності підрозділів ДСНС, організації взаємодії підрозділів ДСНС із Національною поліцією, підрозділами ЗСУ, медиками та волонтерськими організаціями.

Однією з головних особливостей під час реагування на події, які виникають під час воєнного стану є укриття особового складу, у разі небезпеки, та шляхів слідування до них у випадку повторних обстрілів, адже місцезнаходження пожежно-рятувальних підрозділів неодноразово піддавалися повторним ударам. В першу це впливає на час ліквідації подій, викликаних обстрілами та оперативності надання допомоги населенню.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 року № 5403-VI.
2. Постанова КМУ № 101 від 11 березня 2015 року «Про затвердження типових положень про функціональну і територіальну підсистеми єдиної державної системи цивільного захисту».
3. Про затвердження Правил безпеки праці в органах і підрозділах МНС України. Частина 1. Наказ МНС України від 07.05.2007 року № 312.
4. Статут дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж.

Наукове видання

*Екологічні виклики та інновації.
Захист довкілля у сучасному світі*

*Матеріали
Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції*

5 листопада 2025 року

Редактор – КОПИТІН Дмитро Едурдович
Дизайн обкладинки – КОПИТІН Дмитро Едурдович

Формат 60 × 84 1/8. Ум. друк. арк. 33.94.

Надруковано «ФОП Супрун Т. О.»
Дата та номер запису в Єдиному державному реєстрі
23.09.2024 р. № 201035000000647670
Україна, 61007, м. Харків, вул. Миру, 32.
Тел. 096 132 53 75

