

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

КАФЕДРА ІНЖЕНЕРНОЇ ЕКОЛОГІЇ МІСТ



МАТЕРІАЛИ
ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ
«ЕКОЛОГІЧНО СТАЛИЙ РОЗВИТОК УРБОСИСТЕМ:
ВИКЛИКИ ТА РІШЕННЯ
В КОНТЕКСТІ ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ УКРАЇНИ»



до дня пам'яті доктора технічних наук, професора
Стольберга Фелікса Володимировича
2–3 листопада 2023 р.

Харків – 2023

УДК 502.11:[332.146.2+339.92(4-6ЄС+477)](06)
Е45

Редакційна колегія:

Дядін Дмитро Володимирович, канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри інженерної екології міст ХНУМГ ім. О. М. Бекетова;

Дрозд Олена Миколаївна, канд. с.-г. наук, с. н. с., доцент кафедри інженерної екології міст ХНУМГ ім. О. М. Бекетова;

Хандогіна Ольга Вадимівна, канд. екон. наук, доцент кафедри інженерної екології міст ХНУМГ ім. О. М. Бекетова;

Вергелес Юрій Ігорович, старший викладач кафедри інженерної екології міст ХНУМГ ім. О. М. Бекетова

*Рекомендовано до друку Вченою радою Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова,
протокол № 5 від 01.12.2023*

Екологічно сталий розвиток урбосистем: виклики та рішення в контексті євроінтеграції України : матеріали Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. : до дня пам'яті Ф. В. Стольберга, Харків, 02–03 листоп. 2023 р. / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; [редкол.: Д. В. Дядін, О. М. Дрозд, О. В. Хандогіна та ін.]. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. – 320 с.

ISBN 978-966-695-596-1

У збірнику наведено матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, які висвітлюють питання сучасних проблем урбоекології, впливу зміни клімату на урбосистеми, екологічних аспектів впливу війни на довкілля та повоєнного відновлення територій, екологічної безпеки і технологій захисту урбанізованого довкілля, екологічної освіти та трансферу знань.

УДК 502.11:[332.146.2+339.92(4-6ЄС+477)](06)

ISBN 978-966-695-596-1

© Колектив авторів, 2023
© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	13
-----------------	----

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ УРБООКОЛОГІЇ

<i>Авдієнко І.А.</i> ЕКОЛОГІЧНА НЕБЕЗПЕКА ВИКИДІВ ЛЕТКИХ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК, ЗОКРЕМА ФОРМАЛЬДЕГІДУ З МІСЬКИХ ОЧИСНИХ СПОРУД.....	15
---	----

<i>Гримашевич А.М.</i> РОЛЬ ЕКОЛОГІЧНОЇ СКЛАДОВОЇ У ПРОГРАМАХ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ МІСТ	18
--	----

<i>Євтушенко Н. С., Слівна Д. Ю.</i> ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТУ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ.....	22
---	----

<i>Зуєва Д. Р, Ломакіна О. С., Телюра Н. О.</i> ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ДРІБНОДИСПЕРСНИМ ПИЛОМ В УКРАЇНІ.....	25
---	----

<i>Іванченко А.А.</i> SMART CITY – СВІТОВИЙ ТРЕНД РОЗВИТКУ МІСТ	27
---	----

<i>Кожухар В.С.</i> ЕКО-МІСТО – ПЕРСПЕКТИВНА МОДЕЛЬ РЕГІОНАЛЬНОГО РОЗВИТКУ.....	30
---	----

<i>Корнієнко В.М., Єкімов В.В.</i> ЕКОЛОГІЧНА НЕБЕЗПЕКА ДЛЯ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ, СТВОРЮВАНА ВИКИДАМИ З СИСТЕМ ВІДВЕДЕННЯ СТІЧНИХ ВОД.....	34
---	----

<i>Кочетов М.С.</i> ВПЛИВ ПЕРЕСУВНИХ КАВ'ЯРЕНЬ НА УРБООКОСИСТЕМУ М. ХАРКІВ	37
--	----

<i>Мазурова О. М.</i> ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ УРБООСИСТЕМ	38
--	----

<i>Мацюк В. О., Масюк О.</i> М.ЕКСТРАКЦІЯ МАЛИХ ВОДОЙМ ЗА ДОПОМОГОЮ ДАНИХ LANDSAT 8.....	42
--	----

<i>Мицицей М.Т., Адаменко Я. О.</i> ПОТРЕБИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕДУР ДІАГНОСТИКИ ЕКОСИСТЕМНИХ ЗМІН ПІД ВПЛИВОМ УРБАНІЗАЦІЙНОГО ТИСКУ (НА ПРИКЛАДІ М. ІВАНО-ФРАНКІВСЬКА).....	44
--	----

<i>Навроцька В. В.</i> ОЗЕЛЕНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ.....	48
<i>Пічкур Т.В., Висоцька Т.І., Яковлева Д.В.</i> СОЦІАЛЬНО-ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ВЕЛИКИХ МІСТ	51
<i>Проценко І.Б.</i> ЗЕЛЕНА ПОКРІВЛЯ ЯК ЗАСІБ ОЗДОРОВЛЕННЯ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА: ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД І ПЕРСПЕКТИВИ.....	53
<i>Разно М.Р.</i> ГРОМАДСЬКІ КОМПОСТЕРИ ДЛЯ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ ЯК ЕЛЕМЕНТ КЕРУВАННЯ ВІДХОДАМИ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ.....	55
<i>Сокольник А.А., Гончаренко Я.В.</i> СТАН ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ НА ТЕРИТОРІЇ УРБАН-ПАРКУ «МОЛОДІЖНИЙ» (М. ХАРКІВ).....	57
<i>Стаднік В.Ю.</i> ВПЛИВ ПОШКОДЖЕННЯ ЛИСТЯ <i>AESCLUS</i> <i>HIPPOCASTANUM L.</i> НА ЕКОСИСТЕМИ ДИТЯЧИХ МАЙДАНЧИКІВ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ.....	60
<i>Сушкевич М. В., Клеєвська В. Л.</i> СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ УРБОЕКОЛОГІЇ	62
<i>Михайленко В.І., Приходько В.Ю.</i> МІСЬКИЙ МЕТАБОЛІЗМ ЯК ОЦІНКА СТАНУ УРБОЕКОСИСТЕМИ.....	65
<i>Тітова А.О., Шмандій В.М, Андрєєв В.Г., Юзефович С.</i> ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ПРИ СОРТУВАННІ ВІДХОДІВ РУЙНАЦІЇ	68
<i>Чубакова Н. С., Соколенко У. М.</i> ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ РІЗНОТРАВ'Я КВІТУЧИХ ЛУКІВ У МІСТАХ	71
<i>Яковлева Д.В.</i> ЕКОЛОГІЧНО СТАЛИЙ РОЗВИТОК УРБОСИСТЕМ: ВИКЛИКИ ТА РІШЕННЯ.....	74
<i>Мадані М. М.</i> БІОІНДИКАЦІЙНА ОЦІНКА СТАНУ ҐРУНТУ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ МІКРОБНИХ ТЕСТ-ОБ'ЄКТІВ	77
<i>Максименко М. К.</i> ОЦІНКА СТАНУ ДОВКІЛЛЯ НА ТЕРИТОРІЇ ШЕВЧЕНКІВСЬКОЇ СЕЛИЩНОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	80

<i>Мацюк С.А., Яковлєв В.В., Дмитренко Т.В., Кулик А.С.</i> ДОСЛІДИ РОЗЧИНЕННЯ ФЛЮОРИТУ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ВМІСТУ ФТОРУ У ПИТНІЙ ВОДІ	83
<i>Лукашевич Д. С.</i> ПОТЕНЦІАЛ І ПЕРЕВАГИ ФІТОТЕХНОЛОГІЙ ОЧИЩЕННЯ ВОД ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТЕРИТОРІЙ	85
<i>Пліско Д. А., Ковальова Н. С.</i> ІНВЕНТАРИЗАЦІЯ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ (НА ПРИКЛАДІ СКВЕРУ ІМЕНІ Ф. САФАРОВА), ЯК СКЛАДОВА СТАЛОГО РОЗВИТКУ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА	88
ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА УРБОСИСТЕМИ: ВРАЗЛИВІСТЬ, ПОМ'ЯКШЕННЯ, АДАПТАЦІЯ	
<i>Бережницький Я. Р., Одноріг З. С.</i> ВПЛИВ СТРУКТУРИ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ НА МІКРОКЛІМАТ	92
<i>Бойцун О. Б., Приходько В. Ю.</i> ВІДХОДИ МІСЬКИХ СИСТЕМ ЯК ДЖЕРЕЛО ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ	95
<i>Ганошенко О. М., Ганошенко Г. В.</i> АНАЛІЗ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ СТРАТЕГІЇ ЗІ СКОРОЧЕННЯ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ	97
<i>Dzhafarova V. R.</i> THE IMPACT OF COMPOSTING ON CLIMATE CHANGE	101
<i>Коробкіна О. Ю., Хандогіна О. В.</i> АНАЛІЗ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ НА МІСЦЕВОМУ РІВНІ В КОНТЕКСТІ ЗМІНИ КЛІМАТУ	102
<i>Левашова Ю. С., Череватенко О. В.</i> ВПЛИВ ЗМІН ОТОЧУЮЧОГО СЕРЕДОВИЩА НА ВНУТРІШНІ МІКРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ПРИМІЩЕНЬ	104
<i>Магомедшанієва А. М., Клеєвська В. Л.</i> ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА УРБОСИСТЕМИ	106
<i>Скалозуб М. Ю., Грабко Н. В.</i> ОЦІНКА БІОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ М. ОДЕСА НА ПРИКЛАДІ ВАГОВОГО ВМІСТУ КИСНЮ В АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ	110

<i>Сумятіна О. О., Мацюк В. О., Головченко В. В.</i> ВИЯВЛЕННЯ СТАЛИХ ТЕПЛОВИХ АНОМАЛІЙ М. МАРІУПОЛЬ ЗА ДАНИМИ ДЗЗ	113
<i>Полив'яничук А. П., Арсеньєва О. П., Петрук Р. В., Полив'яничук Н. М., Семененко Р. А., Єфімов О. С.</i> АНАЛІЗ СВІТОВОГО ДОСВІДУ ЕНЕРГОМОДЕРНІЗАЦІЇ ТА ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ СФЕРИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ	116
<i>Переходович К. С., Дрозд О. М.</i> ВУГЛЕЦЕВА НЕЙТРАЛЬНІСТЬ – ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД І ПЕРСПЕКТИВИ ДЛЯ УКРАЇНИ	119
<i>Бурлака Є. О., Коваленко Ю. Л.</i> ТЕХНОЛОГІЇ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ОБ'ЄКТАХ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ТА ЇХ ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА.....	121
<i>Трубіцина Ю. О., Хандогіна О. В.</i> ЕЛЕМЕНТИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ ЯК ДЖЕРЕЛО ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ НА МІСЦЕВОМУ РІВНІ.....	124
<i>Ярчук Д. С., Коваленко Ю. Л.</i> ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ З УТЕПЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ З УРАХУВАННЯМ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ	128
<i>Ісичко К. О., Коваленко Ю. Л.</i> РОЗРОБКА ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ ІЗ РЕСУРСО- ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В СЕЛИЩІ БОРІВСЬКЕ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	131
<i>Кісленко Я. С.</i> ОЦІНКА ВРАЗЛИВОСТІ ПІВДЕННОЇ МІСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ ДО ЗМІНИ КЛІМАТУ	134
<i>Свергуненко А.С., Дрозд О. М.</i> РОЛЬ ГРУНТОВИХ МІКРООРГАНІЗМІВ У СЕКВЕСТРАЦІЇ ВУГЛЕЦЮ.....	136
<i>Максаков А.Д., Кушнарєнко Ю.Л.</i> ВИКЛИКИ ДЛЯ СИСТЕМ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ У МІСТАХ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ	139

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВПЛИВУ ВІЙНИ НА ДОВКІЛЛЯ ТА ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ ТЕРИТОРІЙ

<i>Алмашова В. С.</i> ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВПЛИВУ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА КОМПОНЕНТИ ДОВКІЛЛЯ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ ТА ПЛАНИ ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ ТЕРИТОРІЙ.....	142
<i>Волошкіна О. С., Маршалл Д. В., Ковальова А. В.</i> СТВОРЕННЯ КОМПЛЕКСУ ПІДХОДІВ ДО ЗАХИСТУ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ З ВРАХУВАННЯМ СУЧАСНИХ ВИКЛИКІВ ДОВКІЛЛЮ	145
<i>Гайко Ю. І.</i> ЗАСТОСУВАННЯ ПРИНЦИПІВ ЦИРКУЛЯРНОСТІ В БУДІВНИЦТВІ ПІД ЧАС ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ ТЕРИТОРІЙ.....	148
<i>Гуторова А. Д.</i> ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВІЙНИ В УКРАЇНІ.....	151
<i>Євтушенко Е. О., Стеценко В. В., Олейнікова І. В.</i> ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ВІДНОВЛЕННЯ ШТУЧНИХ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ, ЗНИЩЕНИХ РОСІЙСЬКОЮ АГРЕСІЄЮ	154
<i>Колодяжний Д. О.</i> СТРАТЕГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТУ В УКРАЇНІ ПІСЛЯ РОСІЙСЬКОГО ВТОРГНЕННЯ.....	157
<i>Коржак І. Р., Михайлюк Ю. Д.</i> ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ.....	160
<i>Кузіна Н. А.</i> ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ ПІД ЧАС РОСІЙСЬКОЇ АГРЕСІЇ В УКРАЇНІ: ЕКОЛОГІЧНІ ВИКЛИКИ ТА НАСЛІДКИ	163
<i>Петрук В. Г., Єрмаков В. М., Лубенська Н. В., Петрук Р. В.</i> РЕВІТАЛІЗАЦІЯ, РЕКРЕАЦІЯ ТА ПОСТМАЙНІНГ ГІРНИЧО-ДОБУВНОЇ ГАЛУЗІ ВІННИЧЧИНИ	165
<i>Ничкалюк Г. В., Малишева К. Д.</i> АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ В УКРАЇНІ НА ПРИРОДНІ ЕКОСИСТЕМИ.....	167
<i>Сорочинська О. Л., Кралеви́ч А. В.</i> ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ В УКРАЇНІ: ФАКТОРИ ВПЛИВУ	170
<i>Чмир І. С.</i> ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА СТАН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ УКРАЇНИ	174

<i>Куліш О. В., Сталінська І. В.</i> АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВОЄННИХ ДІЙ НА ГРУНТОВИЙ ПОКРИВ	177
<i>Блажко І. А., Дядін Д. В.</i> АНАЛІЗ ПОШКОДЖЕННЯ ПРИРОДНИХ КОМПЛЕКСІВ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ «СВЯТІ ГОРИ» ВНАСЛІДОК ВОЄННИХ ДІЙ	181
<i>Гнізюк М. Р., Дрозд О. М.</i> ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА ПОТЕНЦІАЛ ЕКОСИСТЕМНИХ ФУНКЦІЙ ЛІСОВИХ ГРУНТІВ (НА ПРИКЛАДІ ІЗЮМСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ)	184
<i>Сорочук Н. І., Костюк Д. В., Сорочук Ю. О.</i> СПОСОБИ ФІКСАЦІЇ ТА РОЗРАХУНКІВ ШКОДИ, ЗАПОДІЯНОЇ ЗЕМЕЛЬНИМ РЕСУРСАМ УКРАЇНИ В ХОДІ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ.....	186
<i>Тягно Ю. В., Дрозд О. М.</i> СТАН ТЕРИТОРІЇ ОСКІЛЬСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА В РЕЗУЛЬТАТІ ВОЄННИХ ДІЙ	190
<i>Тимощук Л. І.</i> ОЦІНКА НАНЕСЕНОЇ ШКОДИ ПЗФ УКРАЇНИ ПІСЛЯ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ	191
ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА І ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ УРБАНІЗОВАНОГО ДОВКІЛЛЯ	
<i>Барабан К. І., Приходько М. М.</i> БІОІНДИКАЦІЯ ГРУНТІВ В ЗОНІ ВПЛИВУ ТЕРИКОНІВ ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКОГО ВУГЛЬНОГО БАСЕЙНУ	195
<i>Dychko A., Yeremeyev I., Minaieva Y., Minaieva K.</i> RELIABLE MONITORING OF THE ENVIRONMENT	198
<i>Багмут Л. Л., Юрченко В. О.</i> ЕКОЛОГІЧНА НЕБЕЗПЕКА ЗАВИСЛИХ РЕЧОВИН, ЩО ЗАБРУДНЮЮТЬ МІСЬКІ, ПРОМИСЛОВІ ТА ЗЛИВОВІ СТІЧНІ ВОДИ	200
<i>Босюк А. С.</i> ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ МАШИНОБУДІВНОГО СЕКТОРУ ЧЕРЕЗ ЗМЕНШЕННЯ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕФЕКТИВНОЇ ОЧИСТКИ СТІЧНОЇ ВОДИ В УМОВАХ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ	202
<i>Вовкодав Г. М., Бельченко К. С.</i> ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ.....	205

<i>Вовкодав Г. М., Титик О. В.</i> ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ МОДУЛЬНОГО СКЛАДУ СПЕЦІАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ ЛІКВІДАЦІЇ РОЗЛИВІВ НАФТОПРОДУКТІВ НА ПРИКЛАДІ РЯТУВАЛЬНОГО ПОЇЗДУ НОР-1	207
<i>Гречаник Р. М., Бойко Р. Я., Корбут М. Б, Мальований М. С., Тимчук І. С., Софіян С. А.</i> ОТРИМАННЯ БІОГАЗУ АНАЕРОБНОЮ КОФЕРМЕНТАЦІЄЮ ПОПЕРЕДНЬО КАВІТАЦІЙНО ТРАНСФОРМОВАНИХ СУМІШЕЙ ОРГАНОВМІСНИХ ВІДХОДІВ ТА РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ	209
<i>Залевська І. В., Гурець Л. Л.</i> ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ТЕПЛОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВІД ВАЖКИХ МЕТАЛІВ	212
<i>Залевська Р. О., Сакалова Г. В.</i> ШЛЯХИ УТИЛІЗАЦІЇ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ	214
<i>Ілляш О. Е., Голік Ю. С., Чепурко Ю. В., Серга Т. М.</i> ЕТАПИ ОРГАНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ.....	217
<i>Ільїна А. О., Стоянова Д. В.</i> СУЧАСНИЙ СТАН ЗАБРУДНЕННЯ АГРОЕКОСИСТЕМ ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ ПІД ВПЛИВОМ ЗРОШЕННЯ	220
<i>Ільїна В. Г., Черненко О. А.</i> МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ЗРОШЕННЯ НА АГРОЦЕНОЗИ КИІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ З УРАХУВАННЯМ РАДІОНУКЛІДНОГО ЗАБРУДНЕННЯ.....	223
<i>Ільїна В. Г., Приложенко А.В.</i> АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ДЕГРАДАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ҐРУНТІВ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ	225
<i>Ільїна В. Г., Думанська О. Р.</i> АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ҐРУНТІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ВІННИЦЬКОЇ ОБДАСТІ ЗА ВМІСТОМ ҐУМУСУ	227
<i>Коваленко С. А., Пономаренко Р. В., Дармофал Е. А.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМНОГО ВПЛИВУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ З УРАХУВАННЯМ ГЕОЛОГІЧНОГО ВПЛИВУ (на прикладі річок Десна та Сула)	230

<i>Колошко Ю. В.</i> РОЛЬ ЕКОЛОГІВ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ: МОНІТОРИНГ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ, ОЦІНКА РИЗИКІВ, РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ВІДНОВЛЕННЯ ЕКОСИСТЕМ	232
<i>Коренєв О. В., Кулікова Д. В.</i> ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДОЙМ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	234
<i>Кремінь В. А., Непошивайленко Н. О., Міхалко І. В.</i> ЕКОЛОГІЧНА СИТУАЦІЯ У М. КАМ'ЯНСЬКЕ У РОЗРІЗІ ПОВОДЖЕННЯ З ПРОМИСЛОВИМИ ВІДХОДАМИ	237
<i>Кривомаз Т. І., Циба А. М., Гамоцький Р. О., Ільченко І. С.</i> ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ УРБАНІЗОВАНОГО СЕРЕДОВИЩА У ЗЕЛЕНІЙ ВІДБУДОВІ УКРАЇНИ	240
<i>Крючкова В. В.</i> МОДНЕ СМІТТЯ. СОЦІО-ЕКОНОМІКО ЕКОЛОГІЧНИЙ ВИВОРИТ ТЕКСТИЛЬНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ.....	243
<i>Мельник С. В., Юрченко В. О.</i> ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ВИКИДІВ ДРІБНОДИСПЕРСНИХ ЧАСТОК ПІДПРИЄМСТВОМ «УКРАЇНСЬКА ЧАЙНА ФАБРИКА “АХМАД ТІ”» ДЛЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА	246
<i>Микитин Н. Д.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ОЦІНКА ТА ПОТЕНЦІЙНОГО РИЗИКУ НАСЕЛЕННЯ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	249
<i>Мірошниченко О. М., Клеєвська В. Л.</i> ОБ'ЄКТИ, ЩО СТАНОВЛЯТЬ ЕКОЛОГІЧНУ НЕБЕЗПЕКУ В ЗАПОРІЗЬКІЙ ОБЛАСТІ	253
<i>Тихомирова Т. С., Місик Я. Т.</i> ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН РІЧОК В УРБАНІЗОВАНОМУ ДОВКІЛЛІ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ (БАСЕЙН ВЕРХНЬОЇ ТИСИ) ТА ШЛЯХИ ЙОГО ПОЛІПШЕННЯ	256
<i>V. P. Nerubatskyi, D. A. Hordiienko</i> PRODUCTION OF ELECTRICITY AT THE ACCOUNT OF DISPOSAL OF THERMAL WASTE AT INDUSTRIAL ENTERPRISES	260
<i>V. P. Nerubatskyi, D. A. Hordiienko</i> AUTOMATIC CONTROL SYSTEM OF VOLTAGE AND CURRENT FOR ELECTRIC CAR CHARGING STATION.....	262

<i>V. P. Nerubatskyi, D. A. Hordiienko</i> WAYS OF DISPOSAL AND SECONDARY PROCESSING OF POLYMER MATERIALS	265
<i>Парамонов А. В., Аблєєва І. Ю.</i> ОРГАНІЧНІ ТА НЕОРГАНІЧНІ ЗАБРУДНЮВАЛЬНІ РЕЧОВИНИ В ДИГЕСТАТІ: ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ.....	268
<i>Поліщук Д. В., Ротьяков В. М.</i> СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ПРОГНОЗУВАННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ СЕЛІТЕБНИХ ТЕРИТОРІЙ ВІД АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ	270
<i>Поліщук Д. В., Носач О. Ю.</i> ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСІВ ПРИ РОЗРАХУНКУ СИТУАЦІЙНИХ ШУМОВИХ ПОЛІВ АВТОТРАНСПОРТНИХ МАГІСТРАЛЕЙ.....	273
<i>Поліщук Д. В., Потіс В. А.</i> ПОБУДОВА СИТУАЦІЙНОЇ ШУМОВОЇ КАРТИ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ НА ПРИКЛАДІ ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНУ МІСТА КРЕМЕНЧУК	277
<i>Радіонов В. С.</i> РЕСУРСЗБЕРЕГАЮЧИЙ ТРЕНД В ЕКОНОМІЦІ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛУ	280
<i>Сіпко І. О., Аблєєва І. Ю.</i> РОЛЬ ДИГЕСТАТУ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЕКОСИСТЕМНИХ ФУНКЦІЙ ҐРУНТУ	283
<i>Твердохлебова Н. Є., Артюхов Д. В.</i> ПРОМИСЛОВІ ВІДХОДИ ЯК ЕКОЛОГІЧНА ПРОБЛЕМА УКРАЇНИ	285
<i>Гарсія Камачо Ернан Улліанодт, Васильківський І. В., Полив 'янчук А. П.</i> ВОДОВІДВЕДЕННЯ В КОНТЕКСТІ ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ УКРАЇНИ.....	287
<i>Гарсія Камачо Ернан Улліанодт, Васильківський І. В., Полив 'янчук А. П.</i> ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННИХ ВІДХОДІВ В КОНТЕКСТІ ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ УКРАЇНИ.....	291
<i>Сталінська І. В., Кулик А. С.</i> КОМПЛЕКСНЕ УПРАВЛІННЯ МЕДИКО-ФАРМАЦЕВТИЧНИМИ ВІДХОДАМИ	296

Ткаченко С. О., Юрченко В. О. ВИЗНАЧЕННЯ БІОТИЧНОГО ІНДЕКСУ МУЛУ (SBI) ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ БІОЛОГІЧНОЇ ОЧИСТКИ СТИЧНИХ ВОД В АЕРОТЕНКАХ..... 300

Tokar I. O., Levashova Y. S., Melnikova O. G. ANALYSIS OF POLLUTION CONTROL EQUIPMENT FOR THE DUST REMOVAL FROM FEED MILLS 303

Хашишзада Рза Зулфукар огли ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБ'ЄКТУ НА СТАН МІСЬКОГО ПОВІТРЯНОГО БАСЕЙНУ 305

Чирков М. О., Мельнікова О. Г. ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЧИЩЕННЯ ПОВЕРХНЕВОГО СТОКУ З ТЕРИТОРІЙ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ ВІД НАФТОПРОДУКТІВ 307

ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА І ТРАНСФЕР ЗНАНЬ

Худякова М. В. ГЕЙМІФІКАЦІЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ ЯК ЗАСІБ ОРГАНІЗАЦІЇ КОЛЕКТИВНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТА РЕАЛІЗАЦІЇ КОМПЛЕКСНИХ ПРИРОДООХОРОННИХ ПРОЕКТІВ..... 310

Уренова А. С., Клеєвська В. Л. ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА І ЕКОЛОГІЧНЕ ВИХОВАННЯ ЯК ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ 312

Суньова Т. Л. ЕКОЛОГІЧНЕ СУСПІЛЬСТВО І СТАЛИЙ РОЗВИТОК ДЕРЖАВИ..... 315

КОНТАКТИ..... 319

ПЕРЕДМОВА

Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Екологічно сталий розвиток урбосистем: виклики та рішення в контексті євроінтеграції України» проводиться втретє від започаткування у 2021 р. Цьогоріч вона присвячена 85-річчю із дня народження професора, доктора технічних наук, Лауреата Державної Премії України в галузі науки і техніки Фелікса Володимировича Стольберга (1938-2020).

Професор Ф. В. Стольберг є засновником і першим завідувачем (1990-2020) кафедри інженерної екології міст Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова, де вперше в Україні у 1990-1991 навчальному році було розпочато підготовку фахівців-екологів для розв'язання проблем захисту довкілля та екологічно-сталого розвитку насамперед урбанізованих територій. За 33 роки свого існування кафедра випустила понад 1100 фахівців, які працюють на підприємствах різного профілю, в муніципальних й державних установах з контролю та захисту довкілля, у науково-дослідних і проектно-конструкторських інститутах і бюро природоохоронного профілю, консалтингових фірмах, вищих навчальних закладах II-IV рівнів акредитації в Україні та за її межами – у понад 20 країнах Європи, Азії, Північної Америки. Змінювались назви спеціальностей, навчальні програми та плани, обсяги підготовки фахівців на кафедрі – незмінними залишались комплексний і системний підхід до структури й змісту навчання, міждисциплінарний характер компетенцій науково-педагогічних працівників кафедри, увага до когнітивно-творчих потреб студентів і фокус на екологічних проблемах міст. Навчальний процес на кафедрі підкріплюється набутим досвідом участі викладачів, аспірантів (докторантів) і студентів у міжнародних дослідницьких та освітніх проектах за програмами Європейського Союзу ICNO-COPERNICUS, INCO-2, TEMPUS-TACIS, ERASMUS MUNDUS, ERASMUS+, програм академічного обміну США імені Фулбрайта, IREX, програми НАТО «Партнерство заради миру» та ін.

Успіх діяльності кафедри значною мірою визначала особистість першого її завідувача. Інженер-будівельник за фахом, Фелікс Володимирович Стольберг став відомим в Україні та за її межами завдяки своїм працям в галузі інженерної екології. Тематичне різноманіття його наукового доробку включає:

- моделювання й прогнозування процесів формування якості води водотоків і водойм;

- застосування штучних водно-болотних екосистем («біоплато») для покращення якості природних та очищення стічних вод в малих містах і сільській місцевості;
- енерго- та ресурсозбереження, альтернативні джерела енергії та питної води для міських територіальних громад;
- вплив фізичного (електромагнітного та акустичного) забруднення на стан компонентів урбанізованого довкілля;
- екологічне врядування та освіта у міських громадах.

Професор Ф. В. Стольберг був ініціатором створення, науковим редактором та координатором колективу авторів першого в Україні підручника «Екологія міста» (2000) для вищих навчальних закладів та фахівців в галузях міського господарства й охорони довкілля. У 2017 р. Фелікс Володимирович розпочав підготовку другого, розширеного та оновленого видання цього підручника, але не встиг завершити роботу через трагічну загибель у квітні 2020 р. Науково-педагогічні працівники кафедри інженерної екології міст у 2022 р. вирішили завершити підготовку «знакової» книжки, що увібрала б у себе як критично осмислений за два десятиріччя досвід урбоекологічних досліджень в Україні та світі, так і власні здобутки.

Вже стає традицією кафедри інженерної екології міст ХНУМГ ім. О. М. Бекетова організовувати й проводити щорічну науково-практичну конференцію у день пам'яті Ф. В. Стольберга, 2 листопада, з метою обговорення її учасниками проблем і рішень, коло яких є своєрідним віддзеркаленням різноманіття наукових інтересів першого її завідувача і водночас сучасних викликів, що постають на шляху екологічно-сталого розвитку урбосистем.

Цього, 2023-го року, у роботі конференції взяли участь 178 учасників, що представляють 26 навчальних закладів та установ з 11 регіонів України.

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ УРБООЕКОЛОГІЇ

ЕКОЛОГІЧНА НЕБЕЗПЕКА ВИКИДІВ ЛЕТКИХ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК, ЗОКРЕМА ФОРМАЛЬДЕГІДУ З МІСЬКИХ ОЧИСНИХ СПОРУД

АВДІЄНКО І.А.

Харківський національний університет міського господарства

імені О.М. Бекетова

Iryna.Avdiienko@kname.edu.ua

Міські очисні споруди, призначені для очищення, знешкодження та знезараження стічних вод, чинять інтенсивне техногенне навантаження на навколишнє природне середовище, нерідко стаючи джерелом значущої екологічної небезпеки для міських регіонів [1]. Більша частина наукових досліджень у сфері вирішення проблеми забруднення атмосферного повітря викидами від очисних споруд звертає увагу на викиди саме парникових газів. Але не менш важливими та екологічно небезпечними є гази – органічні сполуки карбону, які значно підвищують руйнування озонового шару порівняно з вуглекислим газом (CO₂) [2, 3].

Леткі органічні речовини (ЛОС) – це суміш широкого класу органічних сполук, що включає вуглеводні, альдегіди (зокрема формальдегід), спирти, кетони та ін. І саме ЛОС можуть бути вторинним джерелом утворення формальдегіду в атмосферному повітрі в результаті комплексу фотохімічних реакцій. Серед ЛОС особливо екологічно небезпечним є формальдегід (CH₂O) – газоподібна сполука 2 го класу небезпеки [4]. Відповідно до Регламенту ЄС та Міжнародного агентства з вивчення раку ВООЗ формальдегід є канцерогеном першої групи. Такі канцерогенні речовини чинять значний негативний вплив на здоров'я, оскільки не мають порогу шкідливої дії, і незначна кількість молекул канцерогенної речовини може призвести до порушення стану здоров'я людини.

Вплив формальдегіду на організм людини: низький рівень (менше 40 мкг/кг) характеризується відсутністю очевидних проявів; помірний рівень (40-100 мкг/кг) може призводити до респіраторних проблем, наприклад, кашлю, хрипів, алергенних проявів; високий рівень (>100 мкг/кг) викликає подразнення очей, слизових носа та горла та більш значні проблеми з дихальною системою.

Високі концентрації формальдегіду в повітрі великих міст світу останнім часом стають серйозною проблемою. В Україні рівень забруднення атмосферного повітря формальдегідом значно перевищує ГДКс.д. ($0,003 \text{ мг/м}^3$).

На очисних спорудах формальдегід не тільки надходить у складі стічних вод, але й формується при фотоокисленні різноманітних органічних сполук біологічного походження, наприклад алканів, алкенів, альдегідів, спиртів, ароматичних сполук, диметилсульфіда та інших. Тому вміст формальдегіду в атмосферному повітрі буде залежати від кількості і різноманітності ЛОС.

Варто зазначити, що викиди від процесу очищення стічних вод та обробки осаду характеризуються високим вмістом метану. Незважаючи на низьку реакційну здатність метану, високий вміст в атмосферному повітрі робить його важливою рушійною силою в атмосферній фотохімії формальдегіду. Наукові джерела відмічають, що такі фактори, як висока температура, інтенсивність сонячного випромінювання та збільшення концентрацій вільних радикалів, оксидів азоту, озону, біогенних прекурсорів, викликають збільшення утворення CH_2O саме в літній сезон. Таким чином, рівень вмісту формальдегіду в атмосферному повітрі над очисними спорудами можна розглядати як сукупність його утворення з первинних та вторинних джерел. Основними первинними джерелами емісії формальдегіду та летких органічних сполук в атмосферу на очисних спорудах є аераційні басейни біологічної очистки стічних вод, камери перемішування, відкриті буферні резервуари, відстійники, обладнання для флокуляції та сепаратори [5].

Мета роботи – оцінка сучасного стану забруднення атмосферного повітря на межі санітарно-захисної зони міських очисних споруд леткими органічними сполуками та зокрема формальдегідом.

Об'єкт дослідження – викиди газоподібних органічних речовин в атмосферне повітря від промайданчика очисних споруд м.Харкова.

Методи дослідження – електрометричні вимірювання концентрації ЛОС та формальдегіда в атмосферному повітрі за допомогою мультифункціонального газоаналізатору FINETIME FT-JQ-002.

Досліджувані міські очисні споруди водовідведення здійснюють прийом і повну біологічну очистку стічних вод, які надходять від населення і виробничих підприємств, та обробку осадів стічних вод. Санітарно-захисна зона встановлена від межі майданчика споруд згідно п.5.4 ДСП 173-96 розміром: 300 м у

південному напрямку; 425 м у південно-західному напрямку; 625 м у західному напрямку.

В ході роботи були проведені натурні вимірювання концентрацій летких органічних сполук та формальдегіду на межі СЗЗ. Точки відбору проб були обрані з урахуванням річної повторюваності напрямку вітру та найбільшої наближеності до житлової забудови. Результати вимірювань наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Концентрація забруднюючих речовин в атмосферному повітрі на межі СЗЗ

Забруднюючі речовини	ПвСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	ГДК м.р., мг/м ³
Органічні сполуки, мг/м ³	7.952	7.516	0.057	0.099	0.001	0,1
Формальдегід, мг/м ³	1.017	0.952	0.005	0.009	0.001	0,0035

Як видно, проведені вимірювання показали надзвичайне (майже в 80 разів) перевищення максимально разової гранично допустимої концентрації ЛОС в двох пробах атмосферного повітря на кордоні СЗЗ (напрями ПнСх і Сх). В чотирьох з п'яти проб спостерігається перевищення ГДК в атмосферному повітрі на кордоні СЗЗ за формальдегідом. Причому по напрямках ПнСх і Сх це перевищення максимальне і досягає майже 300 разів. Виділення формальдегіду та органічних сполук відбувається в результаті деструкції органічних речовин, причому переважно на ділянках анаеробної обробки стічних вод. Проаналізувавши наявні джерела викидів на досліджуваному майданчику очисних споруд можна стверджувати, що до ділянок з анаеробними умовами належать такі споруди, як приймальна камера, піскоуловлювач, первинні відстійники та мулоущільнювачі.

В якості найефективнішого методу вирішення проблеми забруднення атмосферного повітря міських регіонів екологічно небезпечними викидами, що утворюються при очищенні міських стічних вод, пропонується повне перекриття відкритих поверхневих джерел викидів з анаеробними умовами обробки стічних вод та відведенням газоповітряної суміші на газоочисні установки. Цей метод широко використовується закордоном і довів свою ефективність в підвищенні рівня екологічної безпеки міських очисних споруд для атмосферного повітря.

Література

1. V.O. Iurchenko, E.S. Lebedeva, Yu.S. Levashova and A. V. Kovalenko. Problems of environmental safety of water disposal as a factor of sustainable urban development. [IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 907, Innovative Technology in Architecture and Design \(ITAD 2020\) 21-22 May 2020, Kharkiv, Ukraine](#). doi:10.1088/1757-899X/907/1/012078/
2. Greenhouse Gas (GHG) Emissions from Urban Wastewater System: Future Assessment Framework and Methodology / [A. A. Listowski, H. H. Ngo, W. S. Guo та ін.]. Journal of Water Sustainability. 2011. №1. С. 113 –125.
3. Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами, Український науковий центр технічної екології, том I-III, Донецьк, 2004. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=53404 (дата звернення 21.09.2023)
4. Zarra T. Odour monitoring of small wastewater treatment plant located in sensitive environment / T. Zarra, V. Naddeo, V. Belgiorno and others // Water Science & Technology. – 2008. – Vol.58, №1. – P. 89-94.
5. Salthammer T. Formaldehyde in the Ambient Atmosphere: From an Indoor Pollutant to an Outdoor Pollutant / T.Salthammer //Angewandte Chemie International Edition/- 2013.-№52-C.3320-3327.

РОЛЬ ЕКОЛОГІЧНОЇ СКЛАДОВОЇ У ПРОГРАМАХ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ МІСТ

ГРИМАШЕВИЧ А.М.

*Харківський національний університет міського господарства
імені О.М.Бекетова*
alenagrimashevich0805@gmail.com

Програми соціально-економічного розвитку є документами державного планування, які являють собою комплексні стратегії і плани, розроблені на рівні держави, регіону або місцевої громади для досягнення конкретних соціальних і економічних цілей на короткостроковий період.

Метою розробки таких програм є покращення якості життя громадян, стимулювання економічного зростання, зменшення соціальної і економічної нерівності, збалансованого розвитку різних секторів економіки, привертання інвестицій, збереження навколишнього середовища [2].

Програми соціально-економічного розвитку допомагають реалізовувати принципи сталого розвитку як на місцевому, так і на глобальному рівні, забезпечуючи баланс між потребами сучасного покоління та збереженням

можливостей майбутніх поколінь. Ці програми є важливим інструментом для досягнення цілей сталого розвитку як на місцевому, так і на глобальному рівні.

Якщо вести мову про складові програми соціально-економічного розвитку, важливим є розуміння тісного взаємозв'язку та взаємодії соціальних, економічних та екологічних процесів у їх багатомірній структурі та якості. Не можна поступатись одним з аспектів розвитку з метою досягнення максимальної вигоди в іншому. Серед основних чинників, що забезпечують сталий розвиток, можна виділити такі:

- екологічний – визначає умови й межі відновлення екологічних систем унаслідок їх експлуатації;
- економічний – передбачає формування економічної системи гармонізованої з екологічним чинником розвитку;
- соціальний – утверджує право людини на високий життєвий рівень в умовах екологічної безпеки й благополуччя [3].

При розробці програм соціально-економічного розвитку важливе врахування екологічної складової. Збереження навколишнього середовища та природних ресурсів становить фундаментальну передумову для забезпечення здоров'я та благополуччя людей, збереження біорізноманіття, подолання змін клімату і запобігання вичерпанню ресурсів, забрудненню довкілля та іншим проблемам, які загрожують якості життя майбутніх поколінь.

Екологічна складова програми соціально-економічного розвитку визначається як важлива складова для досягнення сталого розвитку та забезпечення довгострокового добробуту громади і передбачає комплекс заходів та ініціатив, спрямованих на збереження навколишнього середовища, підвищення якості життя мешканців та забезпечення громад засобами для вирішення екологічних проблем.

Основними завданнями екологічної складової в програмах соціально-економічного розвитку є:

- забезпечення екологічної безпеки;
- збереження природних ресурсів;
- охорона довкілля;
- стале використання ресурсів.

Включені в екологічну складову заходи можуть бути спрямовані на:

- зменшення викидів парникових газів та боротьбу з кліматичними змінами;

- охорону та відновлення природних резерватів та екосистем;
- покращення якості повітря та води для забезпечення здоров'я громади;
- проектування та будівництво «зелених» інфраструктурних об'єктів та будівель;
- сприяння використанню відновлюваних джерел енергії;
- збільшення ефективності використання ресурсів та впровадження систем утилізації відходів [4, 5].

Екологічна складова програми орієнтована на розв'язання конкретних екологічних проблем і покращення стану навколишнього середовища в контексті програм соціально-економічного розвитку. Проте, для досягнення дійсно стійкого та довгострокового розвитку, необхідно більше, ніж просте ліквідація екологічних проблем.

Концепція сталого розвитку полягає в гармонійному поєднанні розвитку економічного потенціалу з безумовним збереженням навколишнього природного середовища і його поступовим поліпшенням, яке досягається завдяки проведенню екологізації усіх процесів соціально-економічного розвитку. Ця концепція відкриває горизонти, де соціальні, економічні та екологічні аспекти розвитку взаємодіють і взаємопідтримуються для досягнення справжньої сталості суспільства [1].

Впровадження екологічної складової в програму соціально-економічного розвитку є ключовим елементом сучасної стратегії сталого розвитку. Подолання екологічних викликів та забезпечення збалансованого росту, який враховує потреби сучасного суспільства, безперечно потребує інтеграції принципів сталості у різні галузі соціально-економічного розвитку.

Екологічна складова програми соціально-економічного розвитку повинна бути зорієнтована на досягнення цілей сталого розвитку і намагатися досягнути їх узгоджено та комплексно.

Екологічна складова програми може допомогти досягти наступні цілі:

1. Чиста вода та належні санітарні умови (заходи щодо охорони водойм, зменшення забруднення води, ефективного використання водних ресурсів та покращення якості води для пиття);
2. Доступна та чиста енергія (сприяння переходу до використання відновлюваних джерел енергії, розвитку енергоефективності в будівництві та промисловості);

3. Відповідальне споживання та виробництво (сприяння зменшенню використання шкідливих речовин, впровадження відновлюваного виробництва та екологічної обробки відходів, стимулюванню використання екологічних технологій виробництва);

4. Пом'якшення наслідків зміни клімату (сприяння переходу до низьковуглецевої економіки, зменшення викидів парникових газів, підтримку адаптації до наслідків зміни клімату та стимулювання досліджень в цій галузі);

5. Збереження морських ресурсів (сприяння збереженню океанів та морських ресурсів, включаючи контроль за викидами сміття та захист морських екосистем);

6. Захист екосистем суші (підтримка охорони лісів, рослин та тварин, а також використання стійких методів землеробства).

Включення екологічної складової в програми розвитку є важливим кроком на шляху до сталого розвитку, який сприяє збалансованому зростанню і покращенню якості життя населення, забезпечуючи при цьому збереження природних ресурсів та довкілля.

Література

1. Іванова Т.В. Екологізація як функція інноваційного розвитку економіки України. Інфраструктура ринку.2017.№7. С. 276–279. URL: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/29841> (дата звернення: 22.09.2023)
2. Заява про визначення обсягу стратегічної екологічної оцінки проекту Програми економічного і соціального розвитку м. Києва на 2021–2023 роки. URL:<https://koda.gov.ua/wp-content/uploads/2022/08/zayava-pro-vyzn-obsyagu-seo-z-dopovnen.doc> (дата звернення: 22.09.2023)
3. Новікова О.Ф., Амоша О.І., Антонюк В.П. та ін. Сталий розвиток промислового регіону: соціальні аспекти: монографія. Донецьк: НАН України, Ін-т економіки пром-сті, 2012. 534 с. URL: https://iie.org.ua/wp-content/uploads/monografiyi/2012/2012_mono_Novikova_Amosha_Antonyuk.pdf (дата звернення: 22.09.2023)
4. Звіт про стратегічну екологічну оцінку Програми соціально-економічного розвитку Сновської міської об'єднаної територіальної громади на 2021-2023 рр. URL:<http://snovmr.gov.ua/wp-content/uploads/2021/06/Zvit-pro-SEO.pdf> (дата звернення: 22.09.2023)
- 5.Звіт про стратегічну екологічну оцінку документу державного планування проекту програми економічного і соціального розвитку Харківської області на 2022 рік. URL:<https://kharkivoda.gov.ua/oblasna-derzhavna-administratsiya/struktura-administratsiyi/strukturni-pidrozdili/717/3228/3322/3368>. (дата звернення: 22.09.2023)

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТУ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ

ЄВТУШЕНКО Н. С., СЛІВНА Д. Ю.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
natalya0899@ukr.net

Ґрунт є особливою складовою біосфери, оскільки він не лише накопичує компоненти забруднень, але також виступає як природний буфер, який контролює перенесення хімічних елементів та сполук в атмосферу, гідросферу та живі організми. Ґрунтовий покрив є природною основою для поселення людей та є фундаментом для створення рекреаційних зон. Він дозволяє створити оптимальне екологічне середовище для життя, праці та відпочинку людей. Вплив людини на ґрунти в одних випадках призводить до підвищення їх родючості, а в інших — до погіршення, деградації та знищення .

Останнім часом приділяється збільшена увага проблемі забруднення ґрунту та природного середовища важкими металами. Вони представляють велику небезпеку як для людини, так і для природних та сільськогосподарських екосистем. Основними джерелами важких металів, які потрапляють в ґрунт, є промислові та енергетичні підприємства, авіаційний, автомобільний та залізничний транспорт, мінеральні добрива та речовини, які використовуються як добрива, пестициди, зрошувальні води, забруднені промисловими стоками тощо. Важкі метали, які надходять з антропогенних джерел, основними з яких є автомобільний транспорт, в кінцевому підсумку потрапляють на поверхню ґрунту. Основними забруднювачами є Hg, Pb, Cd, As, переважно через те, що їхнє техногенне накопичення в природному середовищі відбувається високими темпами [1].

Наразі важкі метали вже займають друге місце за ступенем небезпеки, поступаючись лише пестицидам та відчутно випереджаючи відомі забруднювачі, такі як діоксид вуглецю та сірка. В перспективі вони можуть стати навіть небезпечнішими, ніж відходи атомних електростанцій та тверді відходи. Забруднення важкими металами пов'язане з їх широким використанням у промисловому виробництві. У зв'язку з недосконалими системами очищення важкі метали потрапляють у навколишнє середовище, у тому числі й у ґрунт, забруднюючи та отруюючи його. Ґрунт є основним середовищем, в яке

потрапляють важкі метали, включаючи атмосферу та водне середовище. Він також є джерелом вторинного забруднення наземного повітря та вод, які потрапляють в Світовий океан. На жаль, природний опір ґрунтів, їх природна буферність не безмежні. З різних причин в світі було втрачено приблизно два мільярди гектарів сільськогосподарських ґрунтів. Великі втрати гумусу, від якого залежать практично всі важливі властивості ґрунтів та їх стійкість до несприятливих ситуацій. Здається, що протягом періоду сільськогосподарської культури ґрунтовий покрив втратив до 15% початкового запасу органічної речовини. При цьому ці негативні явища особливо швидко відбуваються в останні десятиріччя. Так, швидкість втрат гумусу за останні п'ятдесят років приблизно вдвічі перевищувала таку протягом останніх трьохсот років, а середньоісторична швидкість втрат гумусу — приблизно в двадцять чотири рази. Більша частина важких металів, які надходять в природне середовище з антропогенних джерел, рано чи пізно потрапляє в ґрунт. Попавши в ґрунт, метали починають взаємодіяти через фізичні, хімічні, фізико-хімічні, біохімічні та інші процеси, в результаті чого вони накопичуються, можуть виділятися, переходити між фазами і потрапляти в рослини та тварин. Під час цих взаємодій ступінь небезпеки металів для живих організмів може суттєво змінюватися [2]. Ґрунт виступає свого роду посередником між живою та неживою природою. Зміни, які відбуваються в ґрунті, безпосередньо впливають на всі живі організми на планеті. Найпотужнішими постачальниками відходів, багатих металами, є підприємства з виробництва кольорових металів, а також з переробки кольорових металів. Джерелами важких металів (ВМ) є кольорова металургія Pb, Zn, Cu, Hg, Mn, Sb, W, Co, Cd, Чорна металургія Ni, Mn, Pb, Cu, Zn, W, Co, енергетика As, Sb, Se, нафтова промисловість Pb, Cu, Ni, Zn, Mn, спалювання вугілля Sb, As, Cd, Cr, Mo, Спалювання нафти As, Pb . Під впливом викидів, насичених металами, утворюються зони забруднення ландшафту в основному на регіональному і місцевому рівнях. Вплив енергетичних підприємств на забруднення навколишнього середовища зумовлений не концентрацією металів в відходах, а їхньою великою кількістю. Маса відходів, наприклад, у промислових центрах перевищує їхню загальну кількість, що надходить з інших джерел забруднення. При викидах автомобільних вихлопних газів у навколишнє середовище викидається значна кількість Pb, яка перевищує її надходження від відходів металургійних підприємств [3]. Оброблювані ґрунти забруднюються такими елементами, як Hg, As, Pb, Cu, Sn, Bi, які потрапляють в ґрунт як частини

отруйних хімікатів, біоцидів, стимуляторів росту рослин, формувальників структури. Нетрадиційні добрива, виготовлені з різних відходів, часто містять велику кількість забруднюючих речовин з високими концентраціями. З традиційних мінеральних добрив фосфорні добрива містять домішки Mn, Zn, Ni, Cr, Pb, Cu, Cd [4].

Збереження ґрунтів та їх раціональне використання мають велике значення для економічного та соціального розвитку країни. Важливість сучасного стану ґрунтових ресурсів та їх раціонального використання, бережливе ставлення до них сприятиме збільшенню родючості. Відомо, що набагато легше запобігти порушенням, ніж усувати вже існуючі.

Ґрунт та його родючість становлять матеріальну основу держави. Тому покращення ґрунтів та підвищення родючості - одне з найважливіших господарських завдань. Родючість будь-якого ґрунту може бути підвищена при правильному його використанні. Чим вищу продуктивність намагається отримати людство від ґрунту, тим глибшим і правильнішим повинно бути наше знання про нього.

Література

1. Твердохлебова Н. Є. Регіональна екологічна безпека в умовах воєнного стану / Н. Є. Твердохлебова, Н. С. Євтушенко // Сучасні технології у промисловому виробництві : матеріали та програма 10-ї Всеукр. наук.-техн. конф., 18-21 квітня 2023 р. / відп. ред. О. Г. Гусак ; Сум. держ. ун-т Суми : СумДУ, 2023. С. 177-178.
2. Слівна Д. Ю., Євтушенко Н.С. Оцінка умов праці формувальника ливарного цеху з метою запобігання травматизму та професійних захворювань // Актуальні проблеми життєдіяльності суспільства : матеріали 30-ї Міжнар. наук.-практ. конф студентів, аспірантів та молодих учених = Actual Problems of the Society's Vital Activity : proc. 30th Intern. Sci. and Techn. Conf. of Young Scientists and Specialists / гол. оргком.: І. Солошич ; Кременч. нац. ун-т ім. Михайла Остроградського. – Електрон. текст. дані. – Кременчук, 2023. С. 354-356.
3. Євтушенко Н.С., Слівна Д.Ю. Основні підходи щодо забезпечення безпечних умов трудової діяльності/ Євтушенко Н.С. , Д.Ю. Слівна // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я = Information technologies: science, engineering, technology, education, health : тези доп. 31-ї міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD–2023, [17-20 травня 2023 р.] / гол. Є. І. Сокол ; уклад. Г. В. Лісачук. – Харків : НТУ "ХПІ", 2023. С. 342.
4. Твердохлебова Н.Є., Євтушенко Н.С. Забезпечення безпеки умов праці на хімічних підприємствах для запобігання професійних захворювань. Актуальні наукові дослідження в сучасному світі . 2021 Вип. 12 (80), ч. 9 – С.152-156.

ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ДРІБНОДИСПЕРСНИМ ПИЛОМ В УКРАЇНІ

ЗУЄВА Д. Р., ЛОМАКІНА О. С., ТЕЛЮРА Н. О.

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

dinachan89@gmail.com, oslomakina@ukr.net, natalya.telyura@kname.edu.ua

Питання забруднення атмосферного повітря урбанізованих територій дрібнодисперсним пилом є однією з світових екологічних проблем. Значна увага приділяється контролю рівня забруднення та пошуку шляхів до зменшення викидів дрібнодисперсного пилу з розміром до 2,5 мкм ($PM_{2,5}$) та до 10 мкм (PM_{10}), що пов'язано в першу чергу з його негативним впливом на дихальну та серцево-судинну системи. Встановлено наявність статистичної залежності між обсягами викидів дрібнодисперсних часток та кількістю захворювань системи кровообігу населення України [1].

Емісія $PM_{2,5}$ головним чином відбувається від процесів спалювання в енергетичній галузі та транспорті, PM_{10} – від механічних процесів, зокрема в будівництві [2]. Аналіз статистичних даних щодо викидів дрібнодисперсного пилу в Україні показав, що протягом 2021 р. в атмосферне повітря від стаціонарних джерел було викинуто 22372,936 т $PM_{2,5}$ та 69791,385 т PM_{10} . Найбільші обсяги викидів $PM_{2,5}$ спостерігаються від процесів спалювання в енергетичних галузях промисловості (56,6%) та малих установках (9,2%), тваринництві та поводженні з гноєм (5,4%) . Найбільші обсяги викидів PM_{10} приходяться на процеси спалювання в енергетичних галузях промисловості (36,8%) й в переробній промисловості та будівництві (6,1%); на кар'єрні розробки та видобування корисних копалин, за винятком вугілля (8,8%). В розрізі областей найбільший обсяг викидів $PM_{2,5}$ приходився на Київську, Харківську та Донецьку області; найбільший обсяг викидів PM_{10} спостерігався у Донецькій, Вінницькій та Черкаській областях [3].

Теплоелектростанції України, що працюють на твердому та рідкому паливі, є одним зі значних джерел викидів твердих часток в атмосферне повітря. Зважаючи на те, що Україна є членом Енергетичного Співтовариства і з метою скорочення викидів від ТЕС, ТЕЦ та великих котелень у 2017 р. в Україні був прийнятий «Національний план скорочення викидів від великих спалювальних установок» [4], метою якого є скорочення викидів ангідриду сірчистого, азоту

оксидів та пилу від цих установок. Згідно Національного плану, скорочення викидів пилу повинно відбутися до кінця 2028 р. Слід зазначити, що Національний план не передбачає скорочення викидів безпосередньо дрібнодисперсного пилу, однак передбачене ним загальне скорочення викидів пилу від об'єктів теплоенергетики також призведе і до зменшення викидів дрібнодисперсної фракції.

У багатьох країнах світу на законодавчому рівні передбачено нормування та моніторинг вмісту $PM_{2,5}$ та PM_{10} в атмосферному повітрі. В Україні в діючих нормативних документах («Гігієнічні регламенти допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць», «Нормативи граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел») встановлено ГДК для окремих видів пилу та для пилу недиференційованого за складом, тобто окремо $PM_{2,5}$ та PM_{10} не нормуються. Одним з нормативних документів, який зараз імплементується в українське законодавство, є Директива 2008/50/ЄС [4], що зокрема також передбачає контроль за вмістом дрібнодисперсного пилу в атмосферному повітрі, зокрема для $PM_{2,5}$ визначено національну мету щодо зменшення впливу, цільовий показник та граничне значення.

Важливою реформою для України є впровадження Директиви 2010/75/ЄС про промислові викиди, яка зокрема передбачає впровадження на виробництвах найкращих доступних технологій та методів управління, що сприяє зменшенню впливу підприємства на довкілля або запобігання цьому впливу [1]. Комплексне реформування системи нормування, моніторингу та впровадження організаційних та технічних рішень щодо зменшення викидів дрібнодисперсного пилу в атмосферне повітря сприятиме мінімізації рівня забруднення атмосферного повітря.

Література

1. Козій І. С. Наукові основи системного підходу до зниження техногенного навантаження від промислових викидів на довкілля: дис. ... д-ра техн. наук: 21.06.01 / Сумський держ.ун-т. Суми, 2023. 343 с. URL: [https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/91389/1/dis_Kozii.pdf;jsessionid=B7F76EF244FFBBE99ABA79D734E831E2](https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/download/123456789/91389/1/dis_Kozii.pdf;jsessionid=B7F76EF244FFBBE99ABA79D734E831E2) (дата звернення 20.10.2023)
2. Забруднення повітря в Україні – погляд с космосу. Прага – Київ, 2020. URL: <https://cleanair.org.ua/wp-content/uploads/2020/11/cleanair.org.ua-ukraine-space-ua-final-web.pdf> (дата звернення 20.10.2023)

3. Викиди забруднюючих речовин і парникових газів у атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення у 2021 р. Державна служба статистики України. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/ns/vzap/arch_vzrap_u.htm (дата звернення 20.10.2023)

4. Директива 2008/50/ЄС Європейського Парламенту та Ради «Про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи» від 21.05.2008 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_950#Text (дата звернення 20.10.2023)

SMART CITY – СВІТОВИЙ ТРЕНД РОЗВИТКУ МІСТ

ІВАНЧЕНКО А.А.

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
hannaz2208@gmail.com

Основою концепції розумного міста є використання інформаційних технологій для більш ефективного функціонування інфраструктури та відповідності потребам жителів. Темпи зростання міського населення стабільно збільшуються у світі. Виходячи з цього виникає актуальність та необхідність дослідження основних проблем, а також пошуку шляхів вирішення проблем розвитку розумних міст.

Вважається, що першим хто ввів термін «smart» був П. Друкер. Він досліджуючи явище «розумну суспільство» охарактеризував і явище «розумне місто» в цьому контексті. Так, у 1954 році і з'явилася аббревіатура «smart», яка зображала комплексний, врівноважуючий розвиток, де перші літери означали:

S – «Self-directed» (з англ.: «самокерований»),

M – «Motivated» («мотивований»),

A – «Adaptive» («адаптивний»),

R – «Resourceenriched» («ресурсозбережний»),

T – «Technological» («технологічний») [1].

Таким чином, з одного боку сам термін «smart» є комплексним поняттям, яке може характеризуватися з п'ятьма різними характеристиками, які поєднані в один термін, а з іншого боку в перекладі з англійської мови на українську слово «smart» перекладається як «розумний», звідси можемо говорити про «розумні» технології, «розумні» міста, та навіть, «розумне» суспільство тощо.

Сучасні міста повинні вирішувати найскладніші завдання поєднання комфорту та соціальної привабливості для містян з розвиненою інфраструктурою,

екологічною безпекою та швидким розвитком розумних технологій (smart-технологій). Великі міста завжди були й залишаються центрами розвитку цивілізації. Мешканці сучасного міста перестають бути виключно користувачами, перетворюючись на постачальників міського сервісу. Поняття «розумне місто» (Smart City) в узагальненому вигляді можна охарактеризувати як інтелектуальний потенціал, що стосується інноваційних, соціальних, технічних, економічних аспектів розвитку життєвого простору сучасного суспільства. Основною метою, яка стоїть перед системою смарт-міста – це підвищення якості життя населення за допомогою впровадження в міську інфраструктуру інформаційно-комунікаційних технологій, які сприяють підвищенню рівня обслуговування та комфорту для мешканців через зв'язок, інтернет та інтернет-речей.

У світі виділяють такі ознаки технології, яку можна віднести до Smart city:

- це має бути прикладна електронна або цифрова технологія, яка працює на міську громаду або місто;
- розробка може використовувати інформаційно-цифрові технології для трансформації житлових та робочих умов у регіоні;
- технологія може бути інтегрованою для покращення роботи місцевої влади;
- громада та міські спеціалісти можуть використовувати ці технології за територіальною ознакою для здобуття нових знань та початку інноваційного руху [5].

Європейський економічний і соціальний комітет пропонує європейським інституціям та національним урядам поєднати концепцію «розумності» з моделлю сталого інтегрованого розвитку, яка може бути застосована до міста, острова, субнаціонального утворення чи промислового району й яка характеризує співіснування та одночасну інтеграцію шести спроможних базових складників:

- технології та інструменти для енергоефективності та інтеграції відновлюваних джерел;
- поширення технологічних платформ і підключення для створення нових систем цифрових послуг;
- нові цифрові сервіси для поліпшення якості життя та роботи населення та бізнесу;
- оновлення інфраструктури та перепланування міст;
- економічно та фінансово вигідна модель інвестування [4].

Концепція розумних міст останнім часом набуває все більшої популярності в Україні з низки причин, таких як інтенсифікація процесів децентралізації, велика кількість ІТ-фахівців, готовність суспільства до змін та формування попиту на них. До того ж впровадження ініціатив на місцях набагато швидше та простіше, ніж в рамках цілої країни. Найактивніше втілення концепції відбувається у Києві, Львові, Харкові, Вінниці та Дніпрі. Водночас близько 15 міст в Україні тією чи іншою мірою використовують цю концепцію, впроваджуючи розумні рішення.

В місті Дніпро теж реалізується концепція смарт міста, капітальні інвестиції на першому етапі в яке становили 36,5 млрд грн. Розроблена система «Електронного міста» передбачала перекладу документообігу в електронну форму до впровадження єдиного проїзного квитка, електронних петицій, електронного документообігу між підрозділами міськради, інтерактивна карта стану доріг «Навізор», відкритий бюджет і запровадження системи електронних закупівель ProZorro.

Одеса є ще одним прикладом реалізації смарт міст в Україні. Капітальні інвестиції на першому етапі становили 12,9 млрд грн. Загалом у Одесі досить високий рівень інвестиційної привабливості. Об'єднуючи в собі сучасне і минуле, в Одесі розвивають технології 3D-друку кісток – імплантів, формувалась оболонка «Електронне відкрите місто», що передбачає формування пакету електронних послуг, максимально відкритої влади, запровадження інструментів взаємодії, а також взаємозв'язок різних підрозділів влади для створення «зручного міста».

Харків як приклад спроби реалізації концепції смарт міста потребував 16,47 млрд грн. на початковому етапі і передбачав зміну системи освітлення, прибирання сміття, теплопостачання, розвитку транспортної інфраструктури та ін.

Варто відмітити, що в результаті бойових дій серед означених міст постраждав напевно найбільше. До війни були запроваджені системи для обслуговування вивозу сміття, в тому числі через систему ProZorro в рамках міської програми «Чистий дім», формування єдиної міської інформаційної системи управління територіями, що в свою чергу дозволяє автоматизувати роботу підрозділів влади, збір інформації, контроль за виконанням рішень та інших бізнес-процесів [3]. Незважаючи на підтримку з боку місцевої влади й різноманітних організацій, очевидно, що українські міста лише на старті свого марафону до статусу «розумне місто». Тим не менш, уже сьогодні в Україні відбуваються зміни і запозичується інноваційний досвід.

Література

1. Андрієнко А. Концепція «розумного міста»: уточнення ключових понять у контексті забезпечення розвитку великого муніципального утворення. Аспекти публічного правління. Том 6. № 8. 2018. С. 24-34.
2. Завадських Г.М., Тебенко В.М. Перспективи інноваційного розвитку Запорізької області. Регіональна економіка та управління, 2021. № 4 (34). С. 33-39.
3. Сьомич М.І. Особливості розвитку та управління SMART-CITIES. Держава та регіони. 2020. №1 (69). С.130-135.
4. Пушкар Т. А., Серьогіна Д.О., Михайлова К.В. Розвиток «РОЗУМНИХ МІСТ» в умовах цифрової трансформації. Держава та регіони. 2022. №1 (124). С.116-121.
5. Унінець І. Розвиток SMART-CITIES в Україні в контексті глобальних трендів. Вісник Хмельницького національного університету. 2022. №4. С.223-228.
6. SMART-інфраструктура у сталому розвитку міст: світовий досвід та перспективи України. Аналітична доповідь. Київ. Центр Разумкова. 2021. Видавництво «Заповіт». 400 с.
7. Shevchenko I, Zavadskykh H., Ptashchenko O., Zvonar V., Vishka I. The Application of Digitization in the Economy as a Promising Direction in the Growth of Human Capital. Economic Affairs, Vol. 68, No. 01s, pp. 345-352, February 2023.

ЕКО-МІСТО – ПЕРСПЕКТИВНА МОДЕЛЬ РЕГІОНАЛЬНОГО РОЗВИТКУ

КОЖУХАР В.С.

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
hannaz2208@gmail.com

Підраховано, що приблизно 50 % усього населення планети проживає в містах і міських поселеннях. Ці великі спільноти створюють екологічні проблеми, але водночас дають можливість для рішучих екологічно спрямованих дій. Жителі міст повинні змінити своє мислення та спосіб життя, методи проектування та експлуатації будівель, спрямувавши всі зусилля для досягнення екологічно стабільного міста.

Сучасне місто – це гігантська інженерна та технічна база. Однак, природні ресурси виснажуються, забрудненість навколишнього середовища збільшується паралельно з розвитком та модернізацією міст. Для розв’язання цих питань і з’явилися проекти еко-поселень, які мінімізують негативний вплив на природне середовище, водночас забезпечуючи людей всім необхідним.

Екологічно чисте місто майбутнього – це раціонально організована зона з максимальним обмеженням використання викопного палива, проживання людей в «розумних» спорудах з сонячними батареями і вітряками. Еко-місто має орієнтуватись на пішохода, а не на машини в рамках концепції гармонії людини і природи, тому в місті не буває автомобілів та пов'язаною з їх обслуговуванням інфраструктури.

Найбільш гострими екологічними проблемами міст є неналежний стан житлово-комунального господарства, в тому числі водопостачання та водовідведення, забруднення повітря, поводження з твердими побутовими відходами, недостатні площі зелених зон.

Якщо міське середовище буде спроектоване на основах екологічності, можливість сформувати екологічно безпечні й комфортні умови для життя та працездатності суспільства, стане більш перспективною.

Концепція еко-міста почала розвиватись у 70-х роках минулого століття під впливом привернення все більшої уваги до екологічних проблем людства та екологізації всіх сфер людської діяльності.

На Міжнародному саміті з еко-міст (Ecosity World Summit), що відбувся в Сан-Франциско (Каліфорнія) в 2008 р., були запропоновані умови, за яких місто слід визнати екологічним. До них включено:

1) екологічна безпека – забезпечення всіх жителів надійним водопостачанням, чистим повітрям, безпечним здоровим житлом і робочими місцями;

2) екологічна санітарія – перехід на ефективні, рентабельні екотехнології для переробки та утилізації всіх видів відходів і «сірої води» у місті;

3) екологічна промисловість – раціональне споживання та економія ресурсів, використання відновлюваних джерел енергії, екологізація всіх етапів життєвого циклу продукції, включаючи транспортування;

4) цілісний еколандшафт – проектування міського середовища (будови, вулиці, площі, парки тощо), збільшення біорізноманіття міських екосистем до рівня роботи зонального механізму життєдіяльності.

5) екологічна інформованість – притягнення громади до відповідальності за навколишнє середовище, зміна поведінки і культури споживання [1].

В сучасних умовах при проектуванні міст враховується система цінностей: сприятливе існування людини, екології, енергоефективні будівлі, громадське дозвілля та суспільний транспорт.

Функціонування еко-міста ґрунтується на таких принципах:

- енергозбереження;
- використання безвідхідних технологій;
- екологічний автомобільний транспорт;
- економія і очищення води;
- розміщення частини наземної інфраструктури під землею (паркінги, транспортні шляхи, склади, акумулятори теплової енергії тощо);
- велика площа озеленення, в тому числі на поверхнях будівель.

Більш ніж 20 країн світу в тій чи іншій мірі реалізують екопроекти. Оскільки для зведення великих еко-сіті не вистачає вільних територій, екологічно чисті технології впроваджують в окремих районах існуючих міст.

Доксайд Грін, Канада. Екосередовище знаходиться на березі Тихого океану. Це змішана забудова, яка розкинулася поміж острівців дикої природи. У місті розвинені велодоріжки, водні канали та громадський транспорт, що знижує рівень забруднення повітря.

Зелена архітектура – доказ розумного екоміста. Архітектори ще на етапі проєктування повинні враховувати не лише те, з чого будувати, а й як демонтувати будинки, а також їх подальшу переробку. Використання природних будматеріалів та екологічних альтернатив, обладнання будівель сонячними панелями, висадження більшої кількості дерев для природного охолодження, використання «розумних» систем кондиціонування – той інструментарій, який робить будинок справді «смарт».

Аманора, Індія. Це велика забудова, яка включає офіси та помешкання, а також зелені сади, дворики, тощо, які розташовані вертикально на будинках. Вежі також мають системи збору дощової води та мережу сортування і переробки відходів. Прототипи екоміст майбутнього. У місті Аделаїда, що розташоване на Півдні Австралії, місцеві активісти організували громаду

Christie Walk. Вона складається із 27 будинків та великої кількості зелених насаджень, які розташовані на 2 га землі [2].

Аналіз зарубіжного досвіду реалізації концепції еко-міста дозволяє зробити узагальнення, що концепція трансформувалась від ідеальної ресурсовитратної моделі до задачі, що має декілька прийнятних конструктивних рішень. Для України з широким спектром екологічних містобудівних проблем найбільш прийнятним є третій та четвертий типи проєктів еко-міст. Еволюційний шлях вирішення проблем енергозбереження, вирішення проблем побутових відходів,

розумне використання природних зон є на сьогоднішній день пріоритетними кроками України в напрямі зеленої економіки [3].

Існує об'єктивна необхідність реалізації в Україні проектів в рамках концепції еко-міста, що обумовлено високим рівнем забруднення основних компонентів навколишнього середовища та невідповідністю діяльності більшості суб'єктів підприємницької діяльності сучасним екологічним вимогам.

Оскільки формування містобудівного простору у кінцевому сенсі повинне відповідати потребам людини, спільноти, соціуму, то вельми важливим є спрямування творчих зусиль архітекторів на його відповідність, перш за все, базовим життєвим потребам. Відповідно до прийнятої в Україні концепції стійкого розвитку міст, як найважливіший критерій визначення перспектив розвитку урбанізованого середовища названа екологічна ефективність, що означає оптимальне співвідношення природних компонентів і штучного середовища, що повинне гарантувати стабільність екосистеми і відтворення ресурсів міського розвитку.

Література

1. Виговська О.В., Дехтяренко Ю.Ф. Екологічні аспекти розвитку сучасних українських міст. Державне управління: удосконалення та розвиток. 2021. № 10. URL: <http://www.dy.nayka.com.ua/?op=1&z=2265> (дата звернення: 15.09.2021)
2. Пилипенко Н. А. Імплементация світового досвіду побудови екоміст як модель післявоєнного відновлення українських міст // Сталий розвиток авіаційної інфраструктури України : колективна монографія. — Львів - Торунь : Liha-Pres, 2023. С. 268-284.
3. Сердюк Т.В., Потапова Т.Е., Кобилянський В.О., Бармалюк В.М. Актуальні містобудівельні моделі екологізації міст (екополіси як поселення нового типу), СучТехнБудів, вип. 24, вип. 1. 2018. С.79-86.
4. Тебенко В.М., Лисак О.І., Завадських Г.М. Пріоритетні напрями інноваційного розвитку. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету: електронне наукове фахове видання ТДАТУ. 2022. Вип. 12, том. 3. С. 34-46.
5. SMART-інфраструктура у сталому розвитку міст: світовий досвід та перспективи України. Аналітична доповідь. Київ. Центр Разумкова. 2021. Видавництво «Заповіт». 400 с.

ЕКОЛОГІЧНА НЕБЕЗПЕКА ДЛЯ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ, СТВОРЮВАНА ВИКИДАМИ З СИСТЕМ ВІДВЕДЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

КОРНІЄНКО В.М., ЄКИМОВ В.В.

*Харківський національний університет міського господарства
імені О.М.Бекетова
tkachenkosvetlana98@gmail.com*

За експертними оцінками, рівень урбанізованості України давно вже досяг 75 %, і за цим показником країна знаходиться в числі найбільш урбанізованих націй. Законодавче визначення сталого розвитку населених пунктів в Україні базується на створенні повноцінного життєвого середовища для мешканців населених пунктів, що набуває особливої гостроти для міст з високою та надвисокою кількістю населення – мегаполісів.

Концентрація великої кількості населення й промислових підприємств із їхньою інфраструктурою на урбанізованих територіях сприяла забрудненню природних вод і створила значну загрозу для об'єктів гідросфери. Для захисту довкілля від рідких відходів життєдіяльності людини – води, використаної для побутових потреб і в технологічних процесах, а також для збору поверхневих стічних вод з міських територій, служать мережі водовідведення, якими стоки транспортуються до очисних споруд.

Великою екологічною проблемою міських систем відведення стічних вод є екологічно небезпечні газоподібні викиди. Леткі сполуки, які викидаються в навколишнє середовище, включають цілий комплекс різних органічних речовин, небезпечних для здоров'я людини. Крім того, при підвищенні вимог до комфортності проживання в сучасному місті все більша увага приділяється не тільки безпеці повітряного середовища, але й присутності в ньому речовин (одорантів), які формують неприємні запахи навіть при концентраціях, які не являють собою загрозу для здоров'я. До таких забруднюючих речовин відносяться сполуки відновленої сірки (сірководень, легкі меркаптани), азотовмісні органічні речовини, ароматичні вуглеводні, органічні кислоти, аміак тощо.

Модифікуючи запропонований іноземними дослідниками поділ летких сполук, які утворюються в каналізаційних колекторів, на групи групам можна

виділити 5 груп, залежно не лише від їх хімічної природи, але й від їх концентрації:

- 1) діоксид вуглецю;
- 2) вуглеводні та їх хлорпохідні;
- 3) сірководень;
- 4) пахучі гази та пари, такі як меркаптани, аміни, альдегіди й ін.
- 5) аміак

Основними джерелами екологічно небезпечних газоподібних викидів в атмосферу міських регіонів з самопливної каналізації (через нещільність в кришках люків та камер, вентиляційні камери і т.д.) - це ділянки мережі, що:

- працюють з великим наповненням,
- з низькими швидкостями течії води,
- після приєднання промислових стоків, що містять білкові забруднення,
- перед якими відбувається розвантаження напірних колекторів, що особливо характеризуються низькими швидкостями, перед та після дюкерних переходів.

Газоподібні викиди з КМ, які потрапляють в міську атмосферу з прийомних резервуарів КНС, шахт, колодязів, вентиляційних стояків і т.д., створюють екологічну напруженість в прилеглих міських регіонах та загрозу здоров'ю населення, оскільки концентрація в них ряду сірковмісних сполук сірководню, діоксиду сірки, меркаптана, диметилсульфіду (ДМС) перевищують ГДК середньодобове (ГДК_{с.д.}), ГДК робочої зони (ГДК_{р.з.}) (табл. 1).

Таблиця 1 – Сірковмісні сполуки в газових викидах з каналізаційних мереж м. Харкова та їх походження

Сірковмісні сполуки	Концентрація в газових викидах	Кратність перевищення ГДК	Мікробіологічні процеси, які утворюють сполуки
H ₂ S, мг/м ³	0-300	до 30	сульфатредукція, гниття
SO ₂ , мг/м ³	5-40	до 2	хімічне окиснення ДМС і H ₂ S
ДМС, мг/м ³	(1-4)·10 ⁻⁴	до 45	гниття

Процесом, який ініціює ряд вкрай несприятливих для рівня екологічної безпеки міської атмосфери та експлуатаційної довговічності бетонних конструкцій подій, є мікробіологічна сульфатредукція в стічних водах, що транспортуються. При сульфатредукції – відновленні сульфатів протонами

органічних сполук, сульфатредуючі бактерії продукують газоподібний сірководень, який елюює в газо-повітряне середовище підсклепіневого простору трубопроводів, а з нього - в міську атмосферу. Крім того, розчиняючись в конденсатній волозі на зводовій частині колектора сірководень ініціює розвиток в цьому середовищі ацидофільних тіобацил – збудників мікробіологічної корозії бетону. В спорудах водовідведення активність корозійних процесів, які уражають бетон та залізобетон зводу трубопроводів (обумовлюючи до 70 % аварій на цих об'єктах), багаторазово перевершує аналогічну характеристику в наземних спорудах з аналогічних конструкційних матеріалів.

Оскільки бетон та залізобетон застосовуються як конструкційні матеріали для великомасштабних споруд водовідведення – каналізаційних колекторів, то відмови в їх роботі, а тим більше аварії, приносять не тільки значні економічні збитки та порушення в функціонуванні підприємств і міського господарства, а й обумовлюють інтенсивне забруднення всіх середовищ біосфери, що має довгострокові екологічні наслідки. Наразі в якості засобу для зменшення негативних наслідків утворення сірководню в каналізаційних мережах стає доступним метод охолодження стічних вод, який комплексно пригнічує сульфатредукцію, емісію сірководню з водного середовища та активність викиду газоподібних сполук з мереж. Позитивний вплив використання теплового насосу на продукцію сірководню в стічних водах доведено також при експлуатації каналізаційних мереж в м. Харкові.

Таким чином, технологія, спрямована на відбір теплової енергії зі стічних вод, надає не тільки альтернативне джерело тепlopостачання міста, але й підвищує експлуатаційну довговічність та екологічну безпеку систем водовідведення через зменшення утворення та викиду сірковмісних сполук.

Література

1. Дрозд Г.Я., Зотов Н.И., Маслак В.Н. Канализационные трубопроводы: надежность, диагностика, санация. – Донецк: ИЭП НАН Украины, 2003. 260 с.
2. Valentina Iurchenko, Elena Lebedeva, Elena Brigada. [Environmental Safety of the Sewage Disposal by the Sewerage Pipelines](#)//Transbaltica-2015. Procedia Engineering. -2016.- Volume 134. P. 181-186. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816000618. (дата звертання: 16.09.2033)
3. Юрченко В.А., Бригада Е.В. Кинетические характеристики микробиологической коррозии бетона в сетях водоотведения//Вода и экология. Проблемы и решения. 2014. № 1. С.51-61.

4. Teslenko, A., Chernukha, A., Bezuglov, O., Bogatov, O., Kunitsa, E., Kalyna, V., Katunin, A., Kobzin, V., Minka, S. (). Construction of an algorithm for building regions of questionable decisions for devices containing gases in a linear multidimensional space of hazardous factors. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2019. 5 (10 (101)), 42–49. DOI: [10.15587/1729-4061.2019.181668](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.181668).
5. Cecconet D., Raček J., Callegari A., & Hlavinec P. Energy Recovery from Wastewater: A Study on Heating and Cooling of a Multipurpose Building with Sewage-Reclaimed Heat Energy. January 2020. *Sustainability* 12(1): DOI: [10.3390/su12010116](https://doi.org/10.3390/su12010116)

ВПЛИВ ПЕРЕСУВНИХ КАВ'ЯРЕНЬ НА УРБОЕКосИСТЕМУ М. ХАРКІВ

КОЧЕТОВ М.С.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
mykyta.kochetov@mit.khpi.edu.ua

Пересувні кав'ярні на основі автотранспорту чи велосипеда дозволяють розпочати свою власну справу без великих капіталовкладень та є популярними в Україні, зокрема в Харкові. Їх кількість до оголошення локдауну, що був пов'язаний з епідемією коронавірусу у м. Харків в місцях скупчення людей та в спальних районах стрімко зростала з року в рік. Восени 2020 року тільки на площі Свободи кількість таких маленьких пересувних кав'ярень становила 25 штук. Після повернення до змішаної форми навчання студентів, послаблення протиепідеміологічних заходів їх кількість майже не змінилась та восени 2022 року становила 23 штуки. З початком повномасштабного вторгнення їх кількість впала до 0 по всьому місту, але вже у жовтні 2022 року у відносно спокійних мікрорайонах такі кав'ярні почали знов працювати. Саме мобільність та компактність сприяла можливості збереження такого типу бізнесу під час військових дій.

При експлуатації пересувних кав'ярень утворюється два типи відходів: відходи споживання власної кави та тара. До категорії тара входять як стаканчики, у яких споживачі отримують кавовий напій, так й пакування з-під супутніх товарів – наприклад, цукру у стіках, молока, смакових домішок. Переважна більшість стаканчиків з-під кави накопичується у вигляді сміття в певному радіусі від самої точки продажу кави, адже пересувні кав'ярні розраховані на сервіс «coffee to go». У разі відсутності сміттєвих баків та урн у

достатній кількості вони просто викидаються на землю. Відзначимо, що у м. Харків більшість пересувних кав'ярень мають свої власні накопичувачі для стаканчиків, в які часто потрапляють й чужі стаканчики.

Відходи споживання кави – кавова гуща – утворюється в кавомашинах та є за своїм типом органічним відходом. Переважна більшість власників пересувних кав'ярень – 70 % за власними дослідженнями – не вважає шкідливим наприкінці робочого дня розподілити її по найближчих зелених зонах, тобто викинути під кущі чи дерева поблизу. Неконтрольоване систематичне додавання кавової гущі у ґрунти призводить до зміни рівня рН, мінерального складу та у великій кількості не є добривом, а навпаки агресивним агентом забруднення.

ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ УРБОСИСТЕМ

МАЗУРОВА О. М., науковий керівник Москальчук Н.М.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
oksana.mazurowa@gmail.com

Якість повітря є одним з основних факторів, що впливають на здоров'я населення. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) відносить забруднення повітря до десятка хімічних речовин або груп речовин, що викликають серйозне занепокоєння у сфері охорони здоров'я [1]. ВООЗ також визначає забруднення повітря як другий найзначніший (після куріння) фактор ризику неінфекційних захворювань [2]. У всьому світі докладаються зусилля для зменшення забруднення, але Україна поки що не досягла значного успіху. З кожним днем дихати у великих містах стає все складніше: повітря важке, а небо нерідко затягнуте ядучим смогом. Забруднення повітря є серйозною проблемою, яка має негативний вплив на здоров'я людей та навколишнє середовище.

Основні джерела забруднення повітря включають:

Викиди транспорту: Велика кількість автомобілів, автобусів і вантажівок, які використовують паливе з інтервальним згорянням, призводить до великих викидів шкідливих речовин, таких як оксиди азоту (NOx) та тверді частки. Це сприяє забрудненню повітря та формуванню смогу. На автотранспорт припадає близько 90% чадного газу, що викидається в атмосферу. При високих рівнях вмісту у повітрі він викликає сонливість і навіть призводить до смерті. Також

бензол (газ, що потрапляє в атмосферу з вихлопними газами, а також з бензобаків і заправних насосів під час заправки) може викликати рак легенів і респіраторні захворювання. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), ці гази настільки небезпечні, що не мають гранично допустимих концентрацій [4]. Оксиди азоту переміщуються з повітряними масами на великі відстані, з'єднуються з сіркою і випадають у вигляді кислотних дощів, які забруднюють землю і водойми та руйнують різні будівлі. Оксиди азоту також можуть з'єднуватися з твердими частинками неповністю згорілого палива і чадним газом, утворюючи фотохімічний смог. Коли вуглеводні, кисень і оксиди азоту реагують у поєднанні з сонячним світлом, утворюється озон – токсичний газ, канцероген.

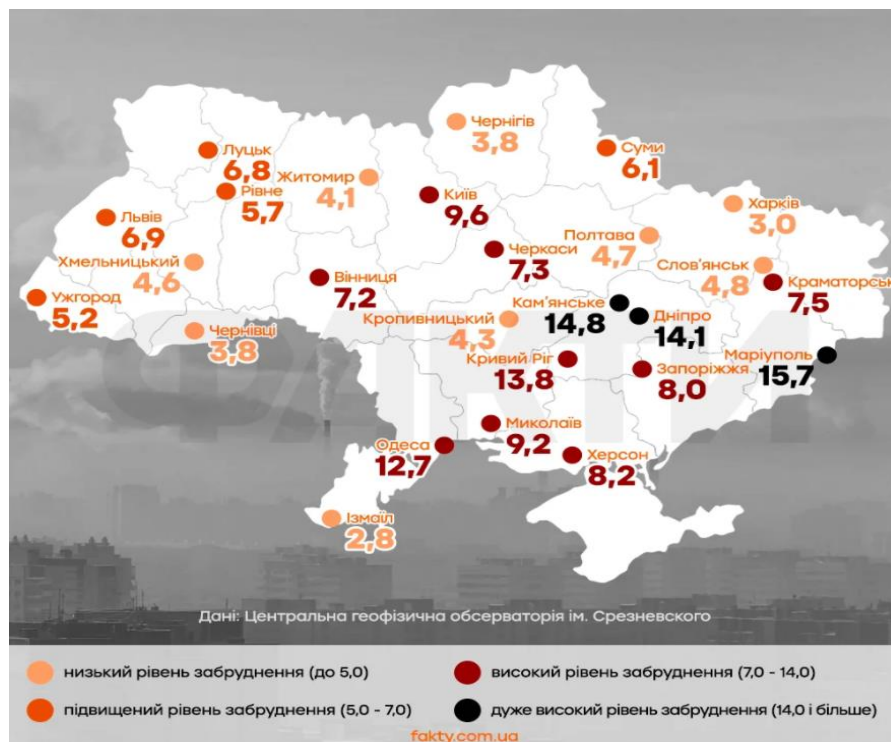


Рисунок 1 –Індекс забруднення повітря в містах України у 2020 р.
(за даними[1])

Промисловість: промисловість і електростанції, розташовані у великих містах, також викидають багато забруднюючих речовин, включаючи діоксиди сірки (SO₂) та інші шкідливі речовини. Хлорфторвуглеці, що виділяються в атмосферу при виробництві пластмас, є парниковими газами та руйнують озоновий шар. Завдяки своїй стійкості вони можуть накопичуватися і залишатися в атмосфері понад 100 років. Таким чином, навіть якщо ми намагатимемося

зменшити викиди, ми ще довго відчуватимемо негативний вплив газів, що вже накопичилися в атмосфері.

Побутові викиди: Використання побутових продуктів, таких як гази, фарби та інші хімічні речовини, може також призвести до забруднення повітря в містах. Також спалювання великої кількості побутових відходів, які постійно накопичуються, призводить до утворення диму, що містить діоксини. Речовини, що використовуються в хімчистці, містять перхлоретилен, який входить до переліку «небезпечних забруднювачів повітря» з канцерогенними властивостями.

Основні наслідки забруднення атмосфери в урбосистемах:

– на організм людини: вплив забруднення повітря на здоров'я людини численний, як у короткостроковій, так і в довгостроковій перспективі. Так, забруднення повітря в містах збільшує ризик гострих респіраторних захворювань, таких як пневмонія, і хронічних захворювань, астма і бронхіт, рак легенів і серцево-судинні захворювання;

– на навколишнє середовище: забруднюючі речовини створюють парниковий ефект завдяки своїй тепловій здатності та стійкості. Таким чином, навіть гази, що виділяються в невеликих кількостях у містах, можуть чітко і довго посилювати парниковий ефект, що в результаті призводить до зміни клімату та збільшення вразливості урбосистем.

Забруднення повітря може мати серйозний вплив на здоров'я людей, спричиняючи захворювання дихальних шляхів, серцево-судинні захворювання, а також інші проблеми зі здоров'ям. Рівень смертності від забруднення повітря в Україні – один із найвищих у світі та становив у 2019 році 163 смертей на 100 тисяч населення [3].

Крім того, це може мати негативний вплив на довкілля, включаючи забруднення води та ґрунту, а також знищення рослинності та екосистем [3].

Для боротьби з цими проблемами урбосистеми часто вживають такі заходи:

1) впровадження стандартів викидів: уряди можуть встановлювати обмеження на викиди шкідливих речовин для транспорту та промисловості;

2) збільшення використання громадського транспорту: сприяння використанню громадського транспорту та альтернативних джерел енергії може зменшити викиди від автомобільного транспорту;

3) введення нових стандартів для промисловості, модернізування застарілого обладнання і повний перехід на нові екологічні енергозберігаючі технології;

4) впровадження зелених технологій: встановлення фільтрів і очисних споруд на промислових підприємствах та електростанціях може допомогти зменшити викиди забруднюючих речовин;

5) впровадження жорсткого контролю за якістю пального, що постачається і реалізовується в Україні, а також заборонити розповсюджувати етилований бензин;

б) заохочення енергозбереження: зменшення витрат енергії в побуті та промисловості може зменшити викиди та покращити якість повітря;

7) інформування та освіта: заходи для підвищення свідомості громадськості щодо проблеми забруднення повітря можуть сприяти зменшенню викидів та підтримувати сталий розвиток.

Отже, забруднення атмосферного повітря є серйозною екологічною проблемою, яка негативно впливає на умови життя на Землі: здоров'я окремих людей та в цілому на урбосистеми, призводить до несприятливих екологічних наслідків таких як закислення ґрунту та води, зміна клімату, виснаження озонового шару тощо. Забруднення повітря міст – гостра проблема, розв'язання якої вимагає спільних зусиль уряду, громадськості та промисловості.

Література

1. Забруднення повітря в Україні: URL: <https://health.fakty.com.ua/ua/napulsi/aktualno/zabrudnene-povitrya-v-ukrayini-yaki-prychyny-ta-chym-nebezpechne-dlya-zdorov-ya-infografika/> (дата звернення: 12.10.2023).
2. Дихати по-європейськи. URL: <https://www.pravda.com.ua/columns/2021/02/3/7282183/> (дата звернення: 12.10.2023).
3. Стан атмосферного повітря. URL: http://cgz.vn.ua/problematika-gromadskogo-zdorovya/problematika-gromadskogo-zdorovya_455.html (дата звернення: 12.10.2023).
4. Chemicals of public health concern. веб-сайт. URL: <https://www.who.int/news-room/photo-story/photo-story-detail/10-chemicals-of-public-health-concern> (дата звернення: 12.10.2023).
5. Ambient (outdoor) air pollution: веб-сайт. 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: 12.10.2023).
6. Mortality rate attributed to household and ambient air pollution (per 100 000 population) : веб-сайт. URL: [https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/ambient-and-household-air-pollution-attributable-death-rate-\(per-100-000-population\)](https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/ambient-and-household-air-pollution-attributable-death-rate-(per-100-000-population)) (дата звернення: 12.10.2023).

ЕКСТРАКЦІЯ МАЛИХ ВОДОЙМ ЗА ДОПОМОГОЮ ДАНИХ LANDSAT 8

МАЦЮК В. О., МАСЮК О. М.

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

mava191000@gmail.com, almas63636@gmail.com

Відсутність стаціонарних пунктів моніторингу, гідрологічних станцій або постів створює свою специфіку проведення наукових досліджень водних об'єктів.

Моніторинг стану водних об'єктів та водозбору включає в себе моніторинг рослинності, ґрунтового покриву, водокористування, водовідведення, термічного та льодового режимів водойм, кліматичних та гідроморфологічних умов та ін. Для вирішення вищевказаних завдань є необхідним об'єм інформації з високою кількістю та частотою оновлення, яку можуть забезпечити тільки дані дистанційного зондування Землі, отримані з заданим періодом спостережень.

Метою даного дослідження є визначення найбільш точного водного індексу для екстракції водойм при обробці знімків Landsat 8 на прикладі ландшафтного заказника «В'язівцький» Павлоградського району, Дніпропетровської області [3].

Обробку спектральних знімків Landsat 8–9 за червень 2023 року було проведено на платформі QGIS (рис. 1).



Рисунок 1 – Алгоритм обробки знімків Landsat 8 для екстракції водних об'єктів

Для визначення водних об'єктів за допомогою космічних мультиспектральних зображень було використано 7 водних індексів (табл. 1) [4].

Таблиця 1 – Розрахунок водних індексів

Індекси	Формула	Діапазон значень водних пікселів
Normalized Difference Vegetation Index	$NDVI = (NIR - Red)/(NIR + Red)$	$< 0,2$
Normalized Difference Water Index	$NDWI = (Green - NIR)/(Green + NIR)$	$> - 0,2$
Modified Normalized Difference Water Index	$MNDWI = (Green - MIR)/(Green + MIR)$	$> - 0,1$
Water Ratio Index	$WRI = (Green - Red)/(NIR + MIR)$	> 1
Weighted Normalized Difference Water Index	$WNDWI = (Blue - a \times Red - (1 - a) \times NIR)/(Blue + a \times Red + (1 - a) \times NIR)$	$> - 0,1$
Automated Water Extraction Index	$AWEI = 4 \times (Green - MIR) - (0,25 \times NIR + 2,75 \times SWIR)$	$> - 0,2$

Окрім того, було використано методи автоматичного виявлення води, наприклад MIWDR (multiple index water detection rule) [1], що включають в себе визначення NDVI, EVI, MNDWI та $AWEI_{nsh}$. Водні об'єкти серед неводних виділяються за наступною умовою [1]:

$$(AWEI_{nsh} - AWEI_{sh} > -0,1) \text{ and } (MNDWI > NDVI \text{ or } MNDWI > EVI), \quad (1)$$

де $AWEI_{nsh}$, $AWEI_{sh}$ — це індекси, що враховують наявність тіньових пікселів і ефективно усувають неводні пікселі [1].

EVI (Enhanced Vegetation Index) – індекс, що використовується для зменшення впливу аерозолів [1].

Для визначення найбільш точного водного індексу було розраховано статистику Каппа-Коена (KHAT) [2]. Еталонними водними масками стали KML-файли створені за даними Google Earth (табл. 2).

Таблиця 2 – Статистична оцінка точності екстракції водних об'єктів за допомогою водних індексів

Показники точності виявлення водних і неводних пікселів	NDVI	NDWI	MNDWI	WRI	WNDWI	$AWEI_{nsh}$	MIWDR
ОА	94,21	94,69	96,59	93,17	94,65	97,03	94,84
КНАТ	0,44	0,44	0,46	0,43	0,44	0,47	0,44

Обчислені показники KHAT та Overall Accuracy (відсоток правильно класифікованих пікселів від загальної кількості пікселів) (табл. 1) дають

можливість стверджувати, що найбільш точним у виявленні водних об'єктів на досліджуваній території є $AWEI_{nsh}$.

Під час аналізу отриманих водних масок було виявлено, що NDVI, NDWI, MNDWI, WRI, WNDWI та MIWDR є менш ефективними при виявленні малих водних об'єктів. Причиною цього можуть бути багато факторів: склад і яскравість різних об'єктів на зображенні, атмосферні умови, глибина води, наявність водоростей або інших матеріалів, що можуть змінювати спектральні характеристики води.

Отже, результати дослідження свідчать про те, що для ефективного виявлення малих водних об'єктів поблизу ландшафтного заказника «В'язівський» рекомендується використовувати $AWEI_{nsh}$, оскільки він дав найкращі показники точності порівняно з іншими індексами.

Література

1. Belenok, V. Yu., Frolova, A. A. (2023). Space monitoring of changes in the area of water bodies in the Kyiv region during 1990–2020. *Airport Planning, Construction and Maintenance Journal*, (2), 6-19.
2. Cohen, J. (1960) A Coefficient of Agreement for Nominal Scales. *Educational and Psychological Measurement*, 20, 37-46. <http://dx.doi.org/10.1177/001316446002000104>
3. Masiuk, V. O., & Masiuk, O. M. (2023) The potential of the Vyazivotskyi Landscape Reserve as a habitat for rare species. *Ecology is a priority*, 57-59, Kharkiv: V.N. URL: <https://ecology.karazin.ua/wp-content/uploads/2023/04/ecology-is-a-a-priority-zbirka-2023-final.pdf>
4. Guo, Q., Pu, R., Li, J., & Cheng, J. (2017). A weighted normalized difference water index for water extraction using Landsat imagery. *International journal of remote sensing*, 38(19), 5430-5445. DOI: 10.1080/01431161.2017.1341667

ПОТРЕБИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕДУР ДІАГНОСТИКИ ЕКОСИСТЕМНИХ ЗМІН ПІД ВПЛИВОМ УРБАНІЗАЦІЙНОГО ТИСКУ (НА ПРИКЛАДІ М. ІВАНО-ФРАНКІВСЬКА)

МИКИЦЕЙ М.Т., АДАМЕНКО Я. О.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
mishamyktysei@gmail.com, yarad1964@gmail.com

Згідно Генеральної схеми м. Івано-Франківська планування території України належить до великого багатофункціонального міста II типу, в якому передбачається регламентація розвитку з необхідністю структурно-

технологічної перебудови виробничої бази, виведенням з експлуатації шкідливих виробництв, оптимізацією структури землекористування, екологічною реабілітацією міських територій та розвитком соціально-культурного потенціалу обласного та міжрайонного значення [1].

Реалізація екологічно необґрунтованих та небезпечних архітектурно-планувальних містобудівних рішень всупереч нагальним потребам щодо збереження та використання екосистемного потенціалу природних приміських зон та ландшафтних комплексів, на жаль, є з одного боку наслідком недостатньої підготовки спеціалістів екологів-урбаністів, відсутності системної цільової роботи з метою формування науково-обґрунтованих висновків для тих чи інших територій з донесенням їх до управлінців, а з іншої сторони через значні приватні економічні вигоди для лобіюючих та зацікавлених сторін.

Прикладом може стати блискавична деградація гідроекосистем під впливом інтенсивної багатоповерхової забудови і знищення великої частини гідрокомплексу Івано-Франківська на його південно-західних околицях впродовж останніх 15-ти років. З позицій збалансованого розвитку – це знищення незамінного потенціалу та втрата значного спектру екосистемних послуг і вигод для населення територіальної громади чисельність та попит на екосистемні послуги якого зростають з кожним роком.

Прискорені темпи урбанізації по всьому світі зумовлюють серію різномасштабних наслідків для довкілля з подальшим формуванням несприятливих умов для населення. Поряд з вивченням взаємозв'язків урбанізації та екологічного середовища на основі статистичних оцінок, системні функції природної екології ігноруються [2]. Екологічна деградація стала основною глобальною проблемою та серйозною загрозою сталому розвитку людства (Peng та ін., 2017). «Десятиліття з відновлення екосистем» знаменує собою повне глобальне визнання терміновості відновлення пошкоджених і деградованих екосистем. Належне планування та управління практиками екологічного відновлення, засновані на науковій логіці, стають дуже важливими для запобігання підвищеній деградації екосистем [3].

Послуги міської екосистеми генеруються різноманіттям ландшафтних елементів та природних складових: зелені насадження, парки, сквери, міські ліси, кладовища, пустирі, сільськогосподарські угіддя, сади та двори, території університетів та навчальних закладів, блакитні простори, включаючи струмки, водотоки, озера, ставки. Дані послуги як правило, характеризуються високою

інтенсивністю попиту використання через дуже велику кількість безпосередніх місцевих бенефіціарів, порівняно, наприклад, з екосистемними послугами, що генеруються в сільських районах, віддалених від густонаселених районів [3].

На фоні глобальних екологічних та кліматичних процесів Івано-Франківська МОТГ в найкоротшій перспективі зобов'язана своїм ресурсним та науковим потенціалом досягти обмеження впливу місцевих несприятливих чинників, ефективно гальмувати і зупиняти деструктивні процеси та несприятливі реактивні зміни, що прослідковуються як на покомпонентному так і на екосистемному рівнях. Окрім того, варто нарешті усвідомити та зрозуміти, що реалізація державного екологічного моніторингу та контролю стану компонентів довкілля у існуючому вигляді, який здійснюється уповноваженими структурами міста не дозволяє робити повноцінні науково-обґрунтовані висновки щодо екосистемних змін. Спектр показників які аналізуються в ґрунтах, водному середовищі, атмосфері з однієї сторони фрагментований, не достатньо комплексний, а з іншої вони визначаються з досить низьким рівнем точності та не системно. Це з року в рік не дозволяє приймати правильні управлінські екологічно-узгоджені рішення. Більшість процедур та заходів спрямовані на виявлення можливих критичних наднормативних концентрацій чи рівнів впливу і більш логічно зв'язані із системою санітарно-епідеміологічного контролю. Поряд з цим на місцевому рівні відсутня ініціатива комплексної науково-аналітичної обробки тих даних які все таки надходять, що дозволяло б ставити жорсткіші вимоги і підвищувати якість інструментально-лабораторних досліджень загалом.

На сьогодні не відомо жодних наукових доробок в межах урбосистеми Івано-Франківська які б стосувались комплексної оцінки стану довкілля із заглибленням до рівня ендегенних екосистемних деформацій, пояснювали та виявляли зв'язки між урбанізаційним наступом на природні ландшафтні комплекси передмість, та різноманітними нехарактерними флуктуаціями екосистемних дескрипторів. Вивчення системних реакцій екосистем в умовах урбанізації на поточні зміни місцевого та глобального характеру є специфічним для різних міст, чи агломерацій.

В містобудівній документації Івано-Франківська зазначено, що деякі ландшафтні комплекси та відпочинкові зони з рекреаційним потенціалом вже не мають резервів для розширення, а часткове житлово-громадське будівництво, організація зелених насаджень загального користування, будівництво вуличної

мережі передбачаються за рахунок вільних від забудови територій [1]. Реалізація даних сценаріїв в умовах відсутності результатів попередніх наукових досліджень та відповідних висновків на територіях які характеризуються екосистемним потенціалом та можуть бути втрачені під планову забудову є ознакою екстенсивного характеру містобудівної діяльності. На разі також не вивчається ступінь впливу розширення меж міської забудови на систематичні (множинні) ризики у передмісті які виникають з великої кількості пов'язаних факторів. З точки зору екологічного ризику, екологічні ділянки в селах у внутрішньому передмісті, уздовж транспортних коридорів та навколо міста серйозно фрагментуються, а ресурси екологічного простору, що підтримують сталий розвиток цих територій, знищуються.

Для вирішення даних проблем ефективним може стати нарощення потенціалу науково дослідних установ та академічних кіл місцевого рівня для розробки та впровадження нових підходів до комплексної діагностики та моніторингу екосистемних змін в умовах урбанізації на основі світового досвіду, розробки нових процедур та протоколів для проведення комплексних спостережень на основі показників які є більш чутливими та реакційно здатними до впливу різноманітних дестабілізуючих антропогенних чинників. Це може спричинити переорієнтацію місцевої політики на екологічно прийнятне управління приміськими територіями навіть у найскладніших випадках. Містобудівники та політики повинні мислити та діяти із вираховуванням екосистемних підходів, враховувати реальні екологічні потреби які не підлягають відтермінуванню і на цьому підґрунті впроваджувати рішення щодо планування для задоволення потреб міських громадян та захисту їхнього добробуту.

Література

1. Містобудівна документація «Внесення змін до генерального плану м. Івано-Франківськ». Пояснювальна записка. Державне підприємство Український держаний науково-дослідний інститут проектування міст «Діпромісто» ім. Ю. М. Білоконя (м. Київ), Київ - 2018.
2. Zhu, Shichao, Jinlou Huang, and Yanling Zhao. «Coupling coordination analysis of ecosystem services and urban development of resource-based cities: A case study of Tangshan city». *Ecological Indicators* 136 (2022): 108706. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108706>.
3. Lv, Tianyu, et al. "Towards an integrated approach for land spatial ecological restoration zoning based on ecosystem health assessment." *Ecological Indicators* 147 (2023): 110016. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110016>

ОЗЕЛЕНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

НАВРОЦЬКА В. В., науковий керівник Москальчук Н. М.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
navrotska123456789@gmail.com

На сьогоднішній день проблема покращення архітектури та ландшафтів у закладах вищої освіти (ЗВО) є дуже актуальною, адже на території університету збирається велика кількість людей з різних куточків держави й світу, тому дуже важливо створити відповідне комфортне та привабливе навколишнє середовище, у якому студенти зможуть повноцінно навчатися та проживати.

Під поняттям ЗВО розглядаємо місце, яке складається із науково-дослідних інститутів, навчальних та відпочинкових зон, житлових приміщень для студентів (гуртожитків), їдалень, бібліотек.

Закордоном університет існує у вигляді кампусів як громади студентів та викладачів, а також їхнього спільного простору. Етимологічно «кампус» з латини перекладається як «галявина», й сучасні університети часто намагаються відповідати цьому визначенню й уособлювати частину природного середовища, тоді як фактично це одна з форм захищеної огороженої спільноти, що особливо чітко видно на прикладі елітних заміських університетів [1].

Екодизайн кампусів є важливим для розвитку діяльності ЗВО. Територія університету повинна відповідати естетичним та функціональним потребам, оскільки створює середовище, яке оточує людей. На території університету відбуваються різні процеси життєдіяльності: навчальні, рекреаційні та комунально-господарські. Зелений простір є багатофункціональним, тому роль у системі озеленення збільшується у відповідності до кількості цих функцій.

Виділяють наступні функції кожного елемента ландшафту:

- формування архітектурно-художнього образу;
- забезпечення рекреаційних потреб;
- захист від шуму автотранспорту, пилу, вихлопних газів;
- створення у межах об'єкта і на прилеглих до нього територіях оптимальних умов мікроклімату, регулювання температурного режиму, вологості, рівня радіації.

Рослинність слугує основним будівельним матеріалом при створенні «зеленої» архітектури. Вона забезпечує художній вплив і створює ряд

просторових та колірних композицій у зелених насадженнях. Потрібно чітко врівноважувати та гармонійно комбінувати світлові й тіньові плями, за допомогою яких підкреслюється виразність та об'ємність рослинних груп [2].

Прикладом екологічно чистого дизайну є Коледж Каньйона в США (рис. 1). У 2010 році, згідно з Forbes, коледж був названий одним із найгарніших в країні. Архітектура вивпнена у неоготичному стилі з гармонійним поєднанням зелених територій, основний акцент припадає на алею під назвою Мідл Вей [3].



а

б

Рисунок 1 – Кампус Коледжу Каньйона в США:
а – загальний вигляд кампусу; б – фрагмент головної алеї

Ще одним яскравим прикладом є Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу (ІФНТУНГ). На території є достатня кількість озеленення з розташованими на ній відпочинковими зонами. Також ці території використовують з метою проведення різноманітних заходів за ініціативи студентського самоврядування, що дозволяє створити відпочинкову атмосферу (рис. 2).



Рисунок 2 – Проведення заходу на озелененій території ІФНТУНГ

На жаль, залишилося багато університетів, які не відповідають вимогам благоустрою та комфорту студентів й працівників освіти. Можна навести приклад кампусу Політехніки Свентокшиської в місті Кельце, Польща (рис. 3).

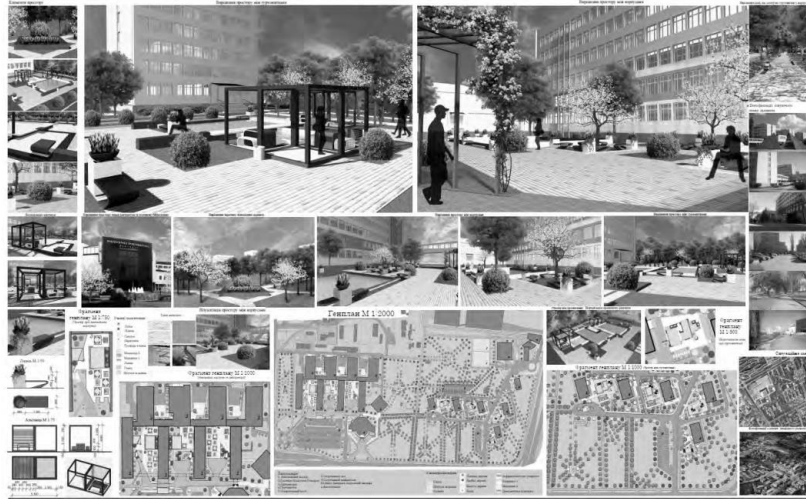


Рисунок 3 – Бакалаврська робота «Дизайн ландшафтів кампусу політехніки Свентокшиської», (2011 р.) студентки Х.О. Католи. Керівники проф. В.І. Проскураков та ст. викл. Ю.Л. Богданова

Університет складається з чотирьох навчальних кампусів, лабораторій, Центру лазерних технологій металів, сучасної будівлі Головної бібліотеки та ректорату, шести гуртожитків, студентського клубу, спортивного залу із двома спортивними майданчиками, автостоянки перед корпусами та біля гуртожитків [4]. Основною проблемою є надзвичайно мала частина «зеленої» архітектури.

Отож, озеленення території є невід’ємним елементом у розвитку діяльності ЗВО, що у свою чергу забезпечить психологічний комфорт та оптимальні умови для навчання та проживання усіх студентів та працівників університету. При розробці нових проєктів, потрібно обов’язково враховувати усі нормативи та сучасні тенденції озеленення територій, адже це дасть змогу створити середовище для достатнього функціонування людства загалом.

Література

1. Кампус: URL: <http://osvita.ua/abroad/glossary/> (дата звернення 11.10.2023)
2. Жирнов А. Д. Ландшафтна архітектура. Ч. 1. Генеза та розвій форм садово-паркового мистецтва: навч. посібник. – К.: Друкарня Державної академії керівних кадрів культури і мистецтв, 2002, 122 с.
3. Kenyon College: URL: <https://www.kenyon.edu>. (дата звернення 11.10.2023).
4. Politechnika Świętokrzyska URL: <http://www.tu.kielce.pl>. (дата звернення 11.10.2023)

СОЦІАЛЬНО-ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ВЕЛИКИХ МІСТ

ПІЧКУР Т.В., ВИСОЦЬКА Т.І., ЯКОВЛЄВА Д.В.

*Державний університет інфраструктури та технологій
pt1993@ukr.net*

На сучасному етапі розвитку суспільства дедалі гостріше постає проблема екологічно обґрунтованого розвитку урбанізованих територій.

Процес урбанізації, головною характеристикою якого є порушення динамічної рівноваги та самоорганізації природних систем, набуває в сучасному світі глобального характеру [1].

Сучасне місто – це не лише передумова забезпечення комфортного проживання й життєдіяльності населення, а передусім складна екосистема, стійкість якої залежить від забезпечення динамічної рівноваги міських систем [2].

Поглиблення процесів урбанізації призводить до ускладнення інфраструктури міста, у якій вагоме місце займає транспорт та транспортні споруди (автомобільні дороги, заправки, гаражі, станції обслуговування, залізниці зі своєю складною інфраструктурою, в тому числі підземні – метрополітен). Транспортні системи перетинають всі зони міста та впливають на його середовище (урбосередовища).

Транспортні викиди у великих містах України становлять до 90 % викидів забруднюючих речовин в атмосферу. Вони є головною причиною виникнення серцево-судинних та респіраторних хвороб міського населення. Потрібно також відмітити, що відпрацьовані гази транспортних засобів сприяють формуванню парникового ефекту на планеті, який зумовлює загальне потепління клімату. Так, в Україні 15 % викидів парникових газів, надходять в атмосферу від транспортної інфраструктури. У країнах із вищим ВВП на душу населення частка викидів від автотранспорту ще вища, тож з економічним розвитком Україну буде очікувати подальше збільшення викидів від автотранспорту. У країнах ЄС транспорт генерує чверть всіх викидів парникових газів. Проте, потрібно зауважити, що транспорт може розглядатись і як рушій переходу до кліматичної нейтральності, бо сучасні тенденції розвитку транспорту пов'язані із все більшим використанням електромобілів, які істотно скоротять викиди в

атмосферу. Щоб прискорити цей процес, потрібно впровадити відповідне законодавче підкріплення та змінити державні цілі.

Значною проблемою урбанізованого середовища є транспортний шум. Зрозуміло, що рівень шуму впливає на здоров'я людей. Транспортний шум не є постійним, його рівень залежить від інтенсивності та швидкості транспортного потоку, і може сильно змінюватися за короткі проміжки часу. Саме шум дорожнього руху позначається як *«головний міський екологічний стрес»*, що поступається лише забрудненню повітря [3]. Шум має накопичувальний ефект, тобто акустичне подразнення накопичується в організмі та з часом все сильніше пригнічує нервову систему.

Більшість вчених вбачають прямий зв'язок між шумом від руху транспорту з підвищеними ризиками виникнення серцево-судинних захворювань та загалом зменшенням тривалості життя містян на 10-12 років.

Постійно зростаюча щільність забудови міста є великою проблемою для спальних районів. Чим щільніша забудова, тим вища скупченість населення на незначній площі, і тим більший рівень нервового напруження. Психічне перенапруження призводить до перевтоми, заважає повноцінному відпочинку і врешті решт зумовлює зростання психічних розладів таких як депресія і тривожність, погіршуючи якість життя мешканців міст [4].

Отже, необхідність вирішення виникаючих в ході урбанізації екологічних, соціально-культурних, містобудівних та інших проблем вимагає постійного вдосконалення управління цим процесом.

Література

1. Бірюков Д. С. Технологічні та екологічні проблеми урбанізації Стратегічні пріоритети, №2 (27) - 2013 р. – С. 135-145.
2. Офіційний сайт Асоціації міст України URL: <http://auc.org.ua/bill> (дата звернення 05.10.2023)
3. Дронова О.Л. Мережа міст України та їх демографічна динаміка. Аналітичний звіт «Міста 2030: модернізуйся, або вимирай». Ukrainian Institute for the Future, Interproject GmbHK. 2018, 112 с. URL: <https://www.slideshare.net/ZubkoGennadiy/book2030cityinfuture> (дата звернення 05.10.2023)
4. Стецюк В. В., Бортник С.Ю. Основи урбоекологічних досліджень (на прикладі території Києва): навчальний посібник. К.: Принт-Сервіс, 2016. 167 с.

ЗЕЛЕНА ПОКРІВЛЯ ЯК ЗАСІБ ОЗДОРОВЛЕННЯ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА: ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД І ПЕРСПЕКТИВИ

ПРОЦЕНКО І.Б.

Харківський національний університет міського господарства

імені О.М. Бекетова

iryna.kovalyshyn@kname.edu.ua

Сучасні розробки ландшафтних архітекторів спрямовані на покращення екологічного стану міст, що пов'язано зі стійкою тенденцією урбанізації та забрудненням міських екосистем техногенними поллютантами. Окрім цього, міста потребують засобів для подолання ефекту теплового острова, який проявляється у підвищенні температури повітря через нагрівання будівель, доріг, бетонних та металевих конструкцій [1, 6]. Цей ефект посилює ущільнення міської забудови [4].

У відповідь на виклики сьогодення сформувалася концепція «зеленого» будівництва [5, 9]. Вона спрямована на створення будівель, які за своїм проектом, будівництвом та експлуатацією зменшують або усувають негативний вплив на клімат і природне середовище. Концепція «зеленого» будівництва передбачає: ефективне використання енергії, води, інших ресурсів; використання відновлюваної енергії, наприклад сонячної; заходи щодо зменшення кількості відходів та їх переробки; покращення якості повітря в приміщенні; використання екологічних матеріалів; врахування особливостей довкілля під час проектування, будівництва та експлуатації; позитивний вплив на якість життя мешканців; конструкцію, яка адаптується до мінливого середовища.

Принципи концепції «зеленого будівництва» відповідають цілям сталого розвитку: № 3 «Good helth and wellbeing» (позитивний вплив на здоров'я і добробут людей); № 7 «Affordable and clean energy» (використання відновлюваної енергії та її низька собівартість); № 8 «Decent work and economic growth» (будівництво зеленої інфраструктури сприяє появі нових робочих місць і розвитку економіки); № 9 «Industry, innovations, and infrastructure» (стимулювання інновацій та сприяння створенню інфраструктури, яка не чинитиме негативного впливу на клімат); № 11 «Sustainable cities and communities» (створення комфортних умов для життя); № 12 «Responsible consumption and production» (раціональне використання ресурсів); № 13 «Climate actions» (зменшення кількості викидів для сповільнення кліматичних змін); № 15 «Life on land» (сприяння біорізноманіттю, збереження водних ресурсів та захист лісів); № 17 «Partnerships for the goals» (створення міцного глобального

партнерства) [9].

Створення насаджень на штучних основах є елементом концепції зелених будівель, який має позитивний вплив на стан довкілля, споруд та якість життя людей. Система зеленої покрівлі – це продовження існуючої покрівлі, яка включає, як мінімум, високоякісну гідроізоляцію, кореневий бар'єр, дренажну систему, фільтр, легкий субстрат і рослини. Цей зелений простір може бути розташованим нижче, на рівні або вище рівня ґрунту, але в усіх випадках він існує окремо від землі [1, 3]. Не зважаючи на тривалу історію використання зелених покрівель у різних країнах, цей метод не втрачає своєї актуальності і сьогодні. Позитивний вплив зелених дахів, порівняно з традиційними покрівлями, проявляється у соціальних та екологічних перевагах: покращення естетичного вигляду будівель; зменшення кількості відходів; управління стічними водами; пом'якшення температури води та її природна фільтрація; нівелювання ефекту міського теплового острова; покращення якості повітря; поява нових соціальних площ; створення локальних робочих місць: виробництво, вирощування рослин, проектування, установка та обслуговування; збільшення біорізноманіття; міське садівництво, плодівництво, городництво [2, 7, 8].

Не зважаючи на позитивний вплив зелених дахів, більшість забудовників все ж використовують тверді матеріали для влаштування покриттів (волокнистоцементні, бітумні листи; керамічна, бетонна, полімерно-піщана, бітумна черепиця; інші). В країнах Європи влада використовує різні інструменти для стимулювання впровадження зелених покрівель у міський ландшафт (табл.1).

Таблиця 1 – Політичні заходи в країнах Європи, спрямовані на поширення зелених дахів [2]

Місто, країна	Політичні заходи
Копенгаген (Данія)	З 2010 року зелені дахи є обов'язковими на всіх нових дахах із кутом нахилу менше 30 градусів.
Лондон (Великобританія)	Згідно з політикою планування, живі дахи є ключовим методом адаптації Лондону до екстремальних змін клімату.
Франція	Нове законодавство про зелені дахи вимагає, щоб дахи нових комерційних будівель у Франції повинні бути частково покриті рослинами або сонячними панелями.
Мюнхен (Німеччина)	Використання рослинності на всіх плоских дахах площею понад 330 квадратних футів є обов'язковим.
Базель (Швейцарія)	Усі нові та відремонтовані плоскі дахи повинні бути озеленені та розроблені таким чином, щоб максимізувати біорізноманіття
Роттердам (Нідерланди)	Програма зелених дахів передбачає фінансові стимули

Тривалий досвід використання та перспективність зелених дахів, як ефективного заходу для підвищення екологічної стійкості міст, обумовлюють чисельні дослідження та розробки. Нині існує велика кількість рішень, адаптованих до різних умов і цілей використання, які дають змогу покращити стан урбоекосистеми для життя людей та інших її біологічних компонентів.

Література

1. Shafique, M., Kim, R., & Rafiq, M. (2018). Green roof benefits, opportunities and challenges – A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 90, 757–773. Doi:10.1016/j.rser.2018.04.006
2. Green roof: from hanging gardens of babylon to the modern-day systems. *Urbanscape*. URL: <https://blog.urbanscape-architecture.com/green-roofs-from-the-ancient-hanging-gardens-of-babylon-to-the-modern-day-systems> (дата звернення 10.09.2023)
3. Biotope area factor. Co-designing the active city. Електронний ресурс: [https://participatoryplanning.ca/tools/biotope-area-factor#:~:text=The%20Biotope%20Area%20Factor%20\(BAF,surface%20area%20of%20a%20lot](https://participatoryplanning.ca/tools/biotope-area-factor#:~:text=The%20Biotope%20Area%20Factor%20(BAF,surface%20area%20of%20a%20lot) (дата звернення 10.09.2023)
4. Urban heat island. Wikipedia. The Free Encycloppedia. URL:: https://en.wikipedia.org/wiki/Urban_heat_island (дата звернення 10.03.2023)
5. Pichler, P. P., Jaccard, I. S., Weisz, U., & Weisz, H. (2019). International comparison of health care carbon footprints. *Environmental research letters*, 14(6), 064004. DOI 10.1088/1748-9326/ab19e1
6. About Green Roofs. Green Roofs for Healthy Cities. URL:: <https://greenroofs.org/about-green-roofs> (дата звернення 10.09.2023)
7. Shafique, M., Kim, R., & Rafiq, M. (2018). Green roof benefits, opportunities and challenges – A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 90, 757–773. Doi: 10.1016/j.rser.2018.04.006
8. К. В. Богун, (2013). Соціально-економічні та екологічні наслідки озеленення дахів будівель. *Ефективна економіка*, № 2. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?Op=1&z=1804> (дата звернення 10.10.2023)
9. What is a Sustainable Built Environment? The World Green Building Council. URL: <https://worldgbc.org/what-is-a-sustainable-built-environment/#> (дата звернення 10.10.2023)
10. Green buildings. European Climate Pact. URL: https://climate-pact.europa.eu/about/priority-topics/green-buildings_en (дата звернення 10.10.2023)

ГРОМАДСЬКІ КОМПОСТЕРИ ДЛЯ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ ЯК ЕЛЕМЕНТ КЕРУВАННЯ ВІДХОДАМИ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ

РАЗНО М.Р.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
mykola.razno@mit.khpi.edu.ua

За різними оцінками, органічні відходи складають від 30 до 40 % серед всіх твердих побутових відходів. Ці дані стосуються індивідуальних

домогосподарств та коливаються в залежності від типу населеного пункту, доходу громадян та харчових традицій. На сьогодні єдиним позитивним досвідом відокремлення органічних відходів з їх подальшим компостуванням у спеціально відведеному місці у великих містах в Україні є досвід міста Львів. Там вже третій рік поспіль у місцях проживання людей встановлюють окремі баки для органічних відходів.

У громадських просторах (місцях загального користування) встановлення окремих накопичувачів для органічних відходів, на мій погляд, є не доцільним. По-перше, у таких місцях морфологія органічних відходів суттєво відрізняється від аналогічних, утворюваних в домогосподарствах. В органічних відходах громадських просторів, за власною оцінкою, основною складовою будуть так звані зелені відходи з найближчих дерев та кущів, залишки хлібобулочних виробів, шкірки від бананів та огризки яблук. Майже відсутні залишки молочних продуктів, м'яса та ковбасних виробів. Це, в першу чергу, пов'язано з культурою швидких перекусів та обраних для цього продуктів. Певною мірою склад органічних відходів громадських просторів залежить від асортименту торгівельних об'єктів. По-друге, вивіз відсортованих органічних залишків створює додаткове навантаження на комунальні служби, навколишнє середовище та потребує наявності спеціального місця для подальшого компостування.

Альтернативним рішенням для утилізації органічних відходів можуть стати компостери. Конструкції компостерів доволі прості, на ринку є багато різних моделей з різним ціновим діапазоном, різних форм та кольорів, принципи дії та об'ємів, їх обслуговування не вимагає спеціальних знань та навичок. Самі компостери можуть стати додатковим місцем для реклами. Утворений компост може бути використаний безпосередньо у громадських просторах для підживлення ґрунту наявних зелених насаджень. Перспективним є улаштування так званих теплих клумб у громадських просторах, основою яких є компостування з виділенням тепла, що захищає рослини від заморозків.

СТАН ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ НА ТЕРИТОРІЇ УРБАН-ПАРКУ «МОЛОДІЖНИЙ» (М. ХАРКІВ)

СОКОЛЬНИК А.А., ГОНЧАРЕНКО Я.В.

Харківський національний університет міського господарства

імені О.М. Бекетова

Alina.Sokolnyk@kname.edu.ua

Міста є специфічними багатокомпонентними урбогеосоціосистемами, що потребують постійного контролю внаслідок порушення в них динамічної рівноваги і самоорганізації природних систем. Хоча вони призначені забезпечувати комфортні умови для проживання в них людей, наслідки антропогенної діяльності прямо чи опосередковано призводять до негативних результатів. Залишаються актуальними питання раціонального використання ресурсного потенціалу урбоєкосередовища й екологічно обґрунтованого його розвитку.

Зелені насадження відіграють значу роль у вирішенні цих питань. Вони є об'єктами ландшафтної архітектури і допомагають створити певні мікрокліматичні умови, покращують санітарно-гігієнічний стан, впливають на планувальну структуру міста. Асортимент рослин для озеленення місць різного функціонального призначення час від часу оновлюється [2, 4]. В першу чергу це пов'язано із потребою оперувати рослинами, які є декоративними, стійкими до специфічних умов урбосередовища, мають добрі санітарно-гігієнічні властивості. Зміни клімату, які ми спостерігаємо, також впливають на добір таксонів рослин. Найбільш специфічними для озеленення є спортивні парки [1, 4]. В умовах сучасного міста такий компонент важливий, бо є багатофункціональним.

Співпраця ГО «Міські реформи» і Харківської міської ради сприяла тому, що у 2019 році було відкрито перший в Україні урбан-парк на території реконструйованого парку «Молодіжний» [3]. Він складається із таких локацій: стіни для графіті і стріт арту, майданчики вуличного баскетболу, скейт парк, майданчики для вуличного футболу, корт для панни.

За допомогою застосування EO Browser [5] було визначено, що урбан-парк займає площу в 0,03 км² (рис.1.). Відсоток насаджень у таких парках повинен складати 15–30 % території [4] і на сьогодні це дорівнює 16,4 %. Унаслідок

реконструкції площа озеленення зменшилась на 17,3 %, але на функціональне призначення парку це не вплинуло. Проведена інвентаризація показала, що для озеленення використано 13 видів деревних рослин, які залишились після реконструкції. Вони належать до 8 родин, серед яких найбільш чисельною є *Cupressaceae* у складі якої 29 % від усього різноманіття видів (рис.1.). Друге місце посідає родина *Sapindaceae*, яка налічує 17 % таксонів. Вона включає *Acer platanoides* L. ‘*Crimson King*’, який характеризується достатньо високими декоративними якостями.

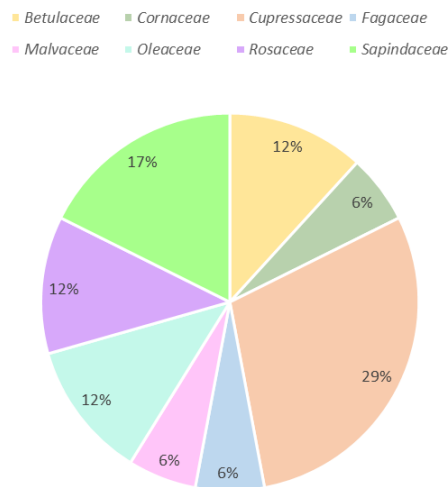


Рисунок 1 – Розподіл видів за родинами

Таке різноманіття у цілому позитивно впливає на загальний вигляд зелених насаджень упродовж року. Хоча для формування стійких ландшафтних композицій необхідно урахувати екологічні особливості видів і їхню потенційну небезпеку.

Аналіз за життєвими формами показав, що більшість видів представлена деревами, а *Ligustrum vulgare* L., *Cornus alba* L. ‘*Aurea*’, *Rosa canina* L., *Juniperus horizontalis* Moench ‘*Blue Chip*’ – куці. Як правило, для озеленення таких територій використовують більшу частку рослин, що представлені кущами, а не деревами. Тож, в даній ситуації такий баланс між життєвими формами порушений. Це негативно відбивається й на загальному сприйнятті композицій.

Виявлено, що за відношенням до світла 53 % таксонів є геліофітами, а решта – факультативні геліофіти. Зростання *Juniperus horizontalis* ‘*Blue Chip*’ під кронами дерев, які створюють затінок, призводить до втрати декоративного вигляду (рис.2). Не відповідність екологічним вимогам у окремих екземплярів спричинює поганий розвиток і втрату яскраво вираженого блакитного кольору

шпильок. На ділянках із умовами, яких потребують геліофіти, *Juniperus horizontalis* 'Blue Chip' має естетичний і відповідний декоративний вигляд.

За відношенням до умов зволоження ґрунту всі рослини належать до групи мезофітів. В умовах урбан-парку полив і рихлення ґрунту не проводяться належним чином. Під час спеки влітку листки рослин втрачають тургор, а для *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior* L. і *Tilia cordata* Mill. фіксується передчасне пожовтіння. На *Acer platanoides* 'Crimson King' зафіксовано значну ураженість борошнистою росою. Більшість екземплярів *Carpinus betulus* 'Pendula' мають морозобійні тріщини.



Рисунок 2 – Стан *Juniperus horizontalis* 'Blue Chip' (ліворуч – у затінку, праворуч – на освітленій ділянці)

Озеленення урбан-парку на сьогодні має ряд проблем. Для оптимізації його стану варто звернути увагу на необхідність заміни окремих видів (*Malus domestica* Borkh., *Rosa canina* L.). Асортимент рослин потрібно підбирати згідно із їхніми біоекологічними особливостями, які повинні відповідати умовам на ділянках. Також необхідно краще впорядкувати територію урбан-парку, бо в розміщенні рослинних угруповань відсутній порядок.

Література

1. Гончаренко Я.В., Сокольник А.А. Проблеми озеленення урбан-парків // Актуальні проблеми, шляхи та перспективи розвитку ландшафтної архітектури, садово-паркового господарства, урбоекології та фітомеліорації: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції (Біла Церква, 21 вересня 2023 р.). / відпов. за випуск Олешко О.Г., Марченко А.Б. Біла Церква: БНАУ, 2023. С. 28–31.

2. Інструкція з інвентаризації зелених насаджень у населених пунктах України URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0182-02#Text>. (дата звернення: 02.09.2023).
3. Молодіжний парк відкритий для сімейного відпочинку та занять спортом. URL: <https://www.city.kharkiv.ua/ru/news/molodizhniy-park-vidkritiy-dlya-simeynogo-vidpochinku-i-zanyat-sportom-44798.html> (дата звернення: 02.09.2023).
4. Про затвердження правил утримання зелених насаджень у населених пунктах України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0880-06#Text> (дата звернення: 09.09.2023 р.).
5. EO Browser. URL: <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/> (дата звернення: 08.09.2023 р.).

ВПЛИВ ПОШКОДЖЕННЯ ЛИСТЯ *AESCULUS HIPPOCASTANUM* L. НА ЕКОСИСТЕМИ ДИТЯЧИХ МАЙДАНЧИКІВ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ

СТАДНІК В.Ю.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
niki.stadnik2610@gmail.com

Каштан кінський звичайний (лат. *Aesculus hippocastanum* L.) широко використовується при створенні захисних зелених смуг та як елементи зелених островків на території урбанізованих територій по всій Україні. Цей вид дерев активно використовувався при озелененні дитячих майданчиків, так як є стійким до дії стресових факторів урбосередовища, а його плоди захищені від маленьких дітей колючками, що унеможлиблює отруєння ними, а зрілі плоди є цікавим матеріалом для поробок та розвитку дрібної моторики [1].

Останні 10 років у м. Харків спостерігається ураження листової пластини *Aesculus hippocastanum* L. шкідником мінуюча міль каштанова (*Cameraria ohridella*) (рис. 1).

Даний вид молі є інвазивним видом, який поширився територією України після 1998 року, а до східних частин дістався тільки на початку 2007-2008 років. Шкідлива дія *Cameraria ohridella* візуально проявляється у набутті листям темно-коричневого кольору, їхньому скручуванні та всиханні [2, 3]. Власні дослідження та спостереження показали, що 95% дерев виду *Aesculus hippocastanum* L. у м. Харків уражені *Cameraria ohridella* [4]. Процес ураження починається в середині травня й до кінця червня майже всі дерева *Aesculus hippocastanum* L. вже мають пошкодження до 70 % свого листа. Листова пластина вражається нерівномірно. У деяких випадках вона вражена повністю,

але лист не опадає на землю раніше початку вересня, в інших випадках пошкоджується значна частина листової пластини у напрямку з країв листа в середину. На кінець червня уражена поверхня листа становить 55-85% [5].



Рисунок 1 – Ураження листової пластини *Aesculus hippocastanum* L.

Передчасна дефоліація та значне зменшення площі листкових пластинок призводять до зниження фотосинтетичної активності. На ослаблених деревах, як правило, поселяються інші шкідники, що ушкоджують листя, пагони, стовбури, а також розвиваються грибні інфекції.

Як наслідок ураження каштану кінського комахою суттєві зміни спостерігаються у здатності дорослих дерев утворювати тінь. При ураженні листя, його скручуванні (повністю чи частково) тінь від дерев стає нерівномірною та переривчастою, менш щільною. Це в свою чергу призводить до нагрівання раніше затемнених ділянок, зміни режиму інсоляції ділянок землі під ураженим деревом. Спостерігається розповсюдження більш світлолюбних рослин під кронами *Aesculus hippocastanum* L. на території дитячих майданчиків

урбанізованих територій, а також поодинокі випадки приживання світлолюбних чагарників.

У підсумку змінюється баланс рослин в екосистемі дитячих майданчиків й подальше озеленення треба вести з урахуванням змін від ураження кінського каштану шкідником.

Література

1. Стаднік В. Ю. Оцінка якісної і кількісної характеристики зелених насаджень на території дитячих майданчиків м. Харків. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2021. – Випуск 6(131) – С. 48-53. (Б) DOI: 10.30929/1995-0519.2021.6.48-53
2. Myśkow E. et al. Description of Intra-Annual Changes in Cambial Activity and Differentiation of Secondary Conductive Tissues of *Aesculus hippocastanum* Trees Affected by the Leaf Miner *Cameraria ohridella* //Forests. – 2021. – Т. 12. – №. 11. – С. 1537.
3. Straw N. A., Bellett-Travers M. Impact and management of the horse chestnut leaf-miner (*Cameraria ohridella*) //Arboricultural Journal. – 2004. – Т. 28. – №. 1-2. – С. 67-83.
4. Shestopalov, O., Tykhomyrova, T., Lebedev, V., Stadnik, V.. Green areas state assessment within the urban territories. EUREKA: Life Sciences, 4, 2022. pp. 10-20. DOI: 10.21303/2504-5695.2022.002618
5. Percival G. C. et al. The impact of horse chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella* Deschka and Dimic; HCLM) on vitality, growth and reproduction of *Aesculus hippocastanum* L //Urban Forestry & Urban Greening. – 2011. – Т. 10. – №. 1. – С. 11-17.

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ УРБООКОЛОГІЇ

СУШКЕВИЧ М. В., КЛЕЄВСЬКА В. Л.

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського

«Харківський авіаційний інститут»

m.v.sushkevych@student.khai.edu

Урбанізація, тобто зростання значення міст у розвитку суспільства, яке супроводжується ростом і розвитком міських поселень, зростанням питомої ваги міського населення, поширенням міського способу життя в певному регіоні, країні, світі [1], є однією з характерних властивостей сучасного світу. За даними ООН, вже понад половина світового населення проживає у містах, і кількість міського населення продовжує збільшуватися. Вказане спричинює появу нових екологічних проблем, що вимагає негайного реагування. Господарські втрати від

хвороб урбанізації (підвищеного рівня шуму, забруднення, стресу), на думку вчених, перевищують втрати від страйків.

Роль урбоекології, екології міста – науки про взаємозв'язки та взаємодію у часі і просторі міської (її соціальної, технічної, енергетичної, інформаційної, адміністративної підсистем) і природної систем [2], постійно зростає. Ця наука досліджує урболандшафти, зміни природно-просторових ресурсів міста, його ґрунтового покриву, повітряного басейну, поверхневих і підземних вод, рослинного і тваринного світу, різні види забруднень.

Міста є не тільки найбільшими споживачами всіх видів природних ресурсів: територіальних, енергетичних і продовольчих, а й найважливішими джерелами забруднення навколишнього середовища [3]. Всередині міста формується особливий мікроклімат. Наявність житлової забудови знижує швидкість вітру, застій повітря збільшує концентрацію високотоксичних забруднювачів, які утворюють промислові підприємства та транспорт. В містах виникають смоги – суміш диму, пилу і туману, вони змінюють режим освітленості в населеному пункті, а також призводять до збільшення рівня захворюваності. У містах температура повітря завжди перевищує середню температуру, властиву для даного району. Причинами «нагрівання» міської атмосфери є згоряння автомобільного палива, опалення будинків та їх подальше охолодження, радіаційне тепло від усіх міських об'єктів. В містах, розташованих у помірних широтах, раніше таниє сніг, раніше відбувається вегетація рослин. Взимку з міст не відлітають птахи, які зазвичай зимували в інших краях, формуються спрощені спільноти флори і фауни.

Для забезпечення свого нормального функціонування місто з населенням 1 млн. осіб і розвинутою промисловістю має споживати близько 470 млн. т/рік чистої води, 50 млн. т/рік повітря, а також мінерально-будівельна сировина, вугілля, нафта, природний газ, рідке паливо, сировину чорної і кольорової металургії, сировину харчової промисловості, продукти харчування тощо.

Однією з найбільших проблем урбоекології є забруднення атмосферного повітря у містах. З викидами промисловості, автомобільного транспорту до атмосфери надходять водяна пара, аерозолі, вуглекислий газ, сірчистий ангідрид, окис вуглецю, пил, вуглеводні, окисли азоту, хлор, сірководень, аміак, Флориди, сполуки свинцю, бенз(а)пірен та інші шкідливі та небезпечні речовини. Це призводить до зростання кількості патологій серцево-судинної та дихальної

систем. Ще одним негативним наслідком забруднення атмосферного повітря в містах є глобальне потепління та зміна клімату.

Більша частина води, яку споживає велике місто, повертається у природні водотоки, але вже у вигляді стічних вод, які забруднені різними домішками (зваженими речовинами, фосфатами, азотом, нафтопродуктами, синтетичними поверхнево активними речовинами). Водні забруднення з природними водотоками поширюються на десятки і, навіть, сотні кілометрів від міста, можуть негативно впливати на джерела питного водопостачання, розташовані нижче за течією від місця випускання стічних вод, загрожувати екосистемам водних об'єктів, провокувати втрату біорізноманіття.

За статистичними даними щорічно у місті з населенням 1 мільйон осіб утворюється близько 3,5 млн. т твердих та концентрованих відходів. Це зола і шлаки від ТЕЦ, тверді осади із загальної каналізації, деревні відходи, галітові відходи, тверді побутові відходи, шлаки чорної і кольорової металургії, відходи харчової промисловості та інше.

Місто також є джерелом шумового забруднення. Шум від транспорту, промисловості, будівельної техніки, різні побутові шуми викликають порушення природного балансу в екологічних системах. Шум здійснює негативний вплив не тільки на людину, а й на рослини і тварин.

Сучасні урбоекологічні проблеми здійснюють значний вплив на якість життя мешканців міста, і на природу загалом. Комплексні заходи, зокрема, раціональне міське планування, використання екологічних технологій, підтримка сталого розвитку, сприятимуть вирішенню цих проблем.

Література

1. Урбанізація. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Урбанізація> (дата звернення 02.10.2023 р.)
2. Екологія міста. URL: https://web.archive.org/web/20210526091200/http://esu.com.ua/search_articles.php?id=18711. (дата звернення 02.10.2023 р.)
3. Урбоекологія. Підручник для студентів спеціалізованих коледжів та вищих навчальних закладів III – IV рівнів акредитації / І. А. Василенко, О. А. Півоваров, І. М. Трус, А. В. Іванченко. – Дніпро: Акцент ПП, 2017. – 309 с.

МІСЬКИЙ МЕТАБОЛІЗМ ЯК ОЦІНКА СТАНУ УРБОЕКОСИСТЕМИ

МИХАЙЛЕНКО В.І., ПРИХОДЬКО В.Ю.

Одеський державний екологічний університет

vladislav.mykhailenko@gmail.com, vks26@ua.fm

Міський метаболізм (ММ) – це принципово нова система обліку, метою якої є кількісна оцінка притоку, відтоку та накопичення ресурсів (таких як матеріали та енергія) у місті, що також у державних джерелах часто описується як матеріальний баланс. З іншого боку, ММ – це міждисциплінарна галузь досліджень, що охоплює такі різні дисципліни, як промислова екологія, міська екологія, політична екологія та політико-індустріальна екологія [1].

В масштабах біосфери урбоекосистеми (УЕС) характеризуються як гетеротрофні екосистеми з інтенсивними акумулюючими потоками речовин та енергії. Вода, електрика, бензин, природний газ, їжа, бетон і асфальт – це деякі види енергії та ресурсів, які щодня імпортуються, споживаються, зберігаються або експортуються до міст, у міста та з них. Відстеження цих обмінів і процесів може бути надзвичайно складними і є основою міського метаболізму.

Витоки сучасної форми ММ закладені Абелем Волманом (Wolman A (1965) *The metabolism of cities*), інтереси якого зосередилися на забрудненні довкілля, визнаючи, що отримання інформації про потоки ресурсів усередині та за межами міста є ключовим для повного вирішення проблеми. Згодом ця концепція набула популярності на початку 2000-х років, особливо завдяки зростанню уваги суспільства до сталого розвитку та необхідності визначення основних споживачів енергії та викидів парникових газів.

Протягом багатьох років ММ виріс у своєму розумінні до трьох основних шкіл: марксистської екології, промислової екології та міської екології [2]. Маркс визначив ММ як характеристику складних відносин між природою та суспільством, які дають неоднакові результати; промислова екологія розглядає ММ як запаси та потоки матеріалів та енергії; а урбоекотологія розглядає його як складні соціоекологічні системи. Незбалансованість матеріальних та енергетичних потоків, характерна для УЕС, спричиняє позитивний баланс обміну з навколишнім середовищем. Це призводить до накопичення в межах міста продуктів метаболізму. Неможливість вписатися в глобальний кругообіг

речовин і енергії в біосфері й відображає «штучність» УЕС, її антропогенний творчий початок. Тобто місто характеризується як акумулююча система.

В загальному розумінні ММ можна виразити у вигляді рисунку 1. Оцінку потоків на рис. 1 можна зробити різними способами.

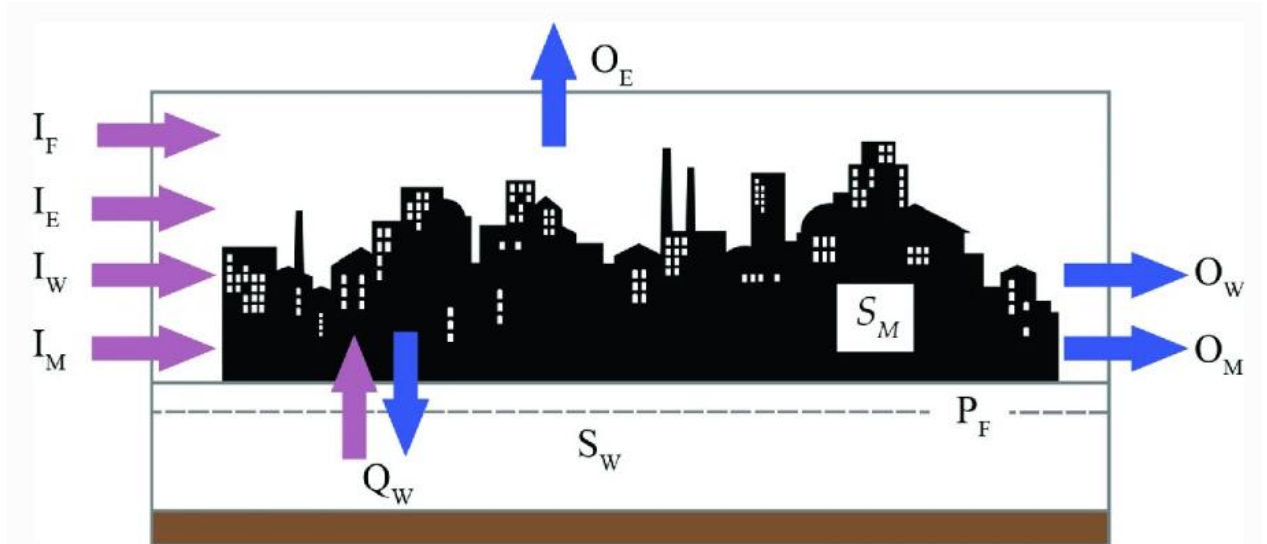


Рисунок 1 – Загальна схема міського метаболізму з урахуванням входів (I), виходів (O), внутрішніх потоків (Q), зберігання (S) і виробництва (P) води (W), енергії (E), матеріалів (M) і їжі (F)

Насправді, не існує правильної техніки ідентифікації потоків. Загалом ми можемо розділити методи на три групи: «знизу догори», «зверху донизу» і гібридні методи. Знизу вгору потоки досліджуються індивідуально, наприклад, звертаючись до місцевих водо-, газо- та електроенергетичних компаній. Зверху вниз можна збирати економічні дані про витрати на випуск продукції, часто в масштабі країни, а потім дезагрегувати до масштабу міста.

Підхід «знизу вгору» зазвичай є кращим, оскільки він має тенденцію надавати більше інформації про місто; наприклад, щоб дослідити відмінності між моделями споживання в житловому та комерційному секторі. Саме тому ми розглянемо використання концепції міського метаболізму на прикладі цих методів. Методи «знизу догори». Ідентифікацію потоків на рис. 1 знизу догори можна здійснити, звернувшись до відповідних органів з проханням надати дані або використовуючи певні засоби для їх оцінки. Потоки, пов'язані зі споживанням води, електроенергії, газу та інших ресурсів, можна отримувати, наприклад, від місцевих комунальних компаній. Потоки, пов'язані з кількістю

води, отриманої з опадів, можуть бути зібрані з місцевих метеостанцій. Тим не менш, зібрати ці дані може бути складно: місцеві комунальні компанії можуть не захотіти ділитися даними або взагалі не мати доступу до них. Насамперед даний підхід реалізується, розбиваючи проблему на кілька частин, зазвичай має наступний вигляд:

$$I = P \cdot A \cdot T \quad (1),$$

де I , P , A і T означають відповідно вплив, населення, достаток і технологію.

По суті, кінцева мета полягає в тому, щоб оцінити загальне споживання енергії або викиди (наприклад, у Вт/год), і завдання розподілити величини так, щоб узгодити одиниці вимірювання. Наприклад, якщо ми шукаємо загальне споживання енергії, пов'язане зі споживанням води в літрах [л], ми можемо використати рівняння (1), оцінивши середнє споживання води на людину та середнє споживання енергії на літр води; в одиницях ми отримуємо: [Вт/год] = [людина] × [л/людина] × [Вт/год · л].

Аналогічний підхід можна застосувати для визначення використання матеріалів у місті. Хоча неможливо кількісно оцінити потоки кожного матеріалу, який імпортується до міста чи експортується з нього, деякі матеріали варто дослідити. Зокрема, для багатьох міст двома гігантами є бетон для будівель і асфальт для доріг. У цьому розділі ми побачимо два способи оцінки цих двох матеріалів, але ці методи можна легко розширити для врахування інших матеріалів, таких як сталь та інші метали.

Для будівель ми можемо спробувати розділити проблему на оцінку площі, доступної на людину, A , у місті в [м²/осіб], і матеріаломісткість M будівлі в тоннах на квадратний метр [т/м²]. Зокрема, для типу будівлі і можна оцінити запас S матеріалу m (наприклад, бетону):

$$S_{i,m} = P \cdot A_{i,m} \cdot M_{i,m} \quad (2)$$

Одиницями трьох змінних у правій частині є [людина] × [м²/людина] × [т/м²], що дає нам відповідь у [т] (тобто одиниці ваги). Для доріг ми можемо виконати ту саму процедуру або натомість спробувати оцінити частку площі доріг на одиницю площі в [км/км²] для A , використовуючи таке рівняння:

$$S_{i,m} = D \cdot A_{i,m} \cdot M_{i,m} \quad (3)$$

де $S_{i,m}$ – запас доріг типу i для матеріалу m у [т], D – площа міста в [км²], A – кількість доріг у [км/км²], а M – матеріаломісткість у [т/км].

Потім результати в одиницях ваги можна помножити на коефіцієнт перетворення енергії або вуглецю, наприклад, у [МВт·год/т] і [т CO₂/т] відповідно до [3].

Ці коефіцієнти перерахунку можна знайти в літературі. Наприклад, група Circular Ecology пропонує досить обширну та безкоштовну базу даних, доступну за адресою <https://www.circularecology.com/>.

Література

1. J.P. Newell, J.J. Cousins, J.E. Baka. Political-industrial ecology: an introduction. Geoforum, 85 (2017), pp. 319-323, 10.1016/j.geoforum.2017.07.024
2. Newell JP, Cousins JJ (2014) The boundaries of urban metabolism: towards a political-industrial ecology. Prog Hum Geogr 39(6):702–728.
3. Wenzhong Shi, Michael F. Goodchild, Michael Batty, Mei-Po Kwan, Anshu Zhang. Urban Informatics. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-15-8983-6>

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ПРИ СОРТУВАННІ ВІДХОДІВ РУЙНАЦІЇ

ТИТОВА А.О., ШМАНДИЙ В.М., АНДРЕЄВ В.Г., ЮЗЕФОВИЧ С.
Кременчуцький національний університет ім. Михайла Остроградського
titova1@ukr.net

До лютого 2022 року в Україні спостерігалась позитивна тенденція у сфері поводження з побутовими відходами. Розроблялись регіональні плани управління відходами, планувалось будівництво регіональних полігонів, сміттєперевантажувальних та сміттєсортувальних станцій. В залежності від потреб регіону та кількості населення, розглядалась можливість придбання мобільних сортувальних станцій.

У зв'язку із воєнними діями сфера управління відходами перестала бути пріоритетною. Перспективні плани залучення інвестицій для будівництва сучасних полігонів та придбання обладнання не реалізуються. Натомість зростає кількість утворюваних відходів внаслідок руйнування об'єктів цивільної, транспортної, воєнної інфраструктури. За даними Міністерства розвитку громад

на території окремих регіонів, станом на 1 червня 2022 року, було знищено та пошкоджено 17 % всіх біогазових установок, 9 % сортувальних ліній. Враховуючи наявність в Україні всього 34 сортувальних ліній, відсоток пошкоджень дуже значний.

Обсяги відходів руйнації невинно зростають. На більшості територіях проводяться роботи з їх ліквідації. Хоча законодавчо питання поводження з відходами руйнувань врегульовано, але на практиці виникає ряд проблем із сортуванням, транспортуванням, тимчасовим зберіганням, утилізацією (обробленням) та видаленням відходів у спеціально відведених місцях [1]. Технічні можливості для сортування сміття обмежені у зв'язку із відсутністю необхідного обладнання, такого як сортувальні лінії, мобільні подрібнювачі будівельного сміття. Не вистачає потужностей для перероблення відходів і останні потрапляють на полігони побутових відходів, які в переважній більшості не обладнані належними інженерними спорудами.

Розглядаючи проблему поводження з відходами що утворились під час обстрілу цивільних об'єктів, можна виділити ряд етапів ліквідації наслідків та труднощі, які виникають в процесі проведення невідкладних робіт. У наслідок проведення основних заходів з рятування життя, знешкодження території, демонтажу пошкоджених об'єктів утворюються різноманітні види відходів. Процес поводження з ними потребує прийняття термінових рішень стосовно попереднього сортування. Адже, потрапляючи в один загальний контейнер, в подальшому відходи можуть потрапити на полігони ТПВ для остаточного розміщення. Це трапляється із-за необізнаності переважної більшості населення про методи та способи поводження з таким специфічними відходами, а також впливає людський фактор, що виражається у бажанні людей скоріше позбавитись від наслідків військової агресії.

На промислових та муніципальних об'єктах, в установах, організаціях управлінські рішення стосовно поводження з відходами руйнувань приймаються на рівні керівництва цих об'єктів. Тобто, вся відповідальність покладається на їх керівників. Натомість при руйнації цивільних об'єктів для ліквідації наслідків залучаються спецслужби міста. На цьому етапі виникають складнощі з організації сортування сміття, адже майже всі житлові квартали забезпечені послугами збирання ТПВ, тобто у кожному кварталі наявні сміттєві баки. В той час коли спецслужби задіяні в прибиранні відходів з тротуарів та доріг, прибудинкових територій, мешканці приватних будинків і квартир намагаються

самотужки позбавитись відходів, які утворились в приміщеннях. Часто це конструкційні відходи, у т. ч. шифер та рубероїд, частини конструкцій електромереж, системи водопостачання та каналізації, побутова техніка. Відходи поміщають у контейнери, або скидають біля контейнерних майданчиків. Відповідно до нормативних положень не допускається збирання відходів від руйнувань в контейнери для побутових відходів або для роздільного сміття. Відходи мають бути відсортовані на місці їх утворення. Тому, важливим етапом у діяльності щодо організації поводження з відходами в рамках виконання відновлювальних робіт з ліквідації наслідків руйнувань є створення умов для належного збирання відходів. На період ліквідації наслідків аварій необхідним є забезпечення району пошкодження житлових кварталів максимальною кількістю контейнерів об'ємом від 30 куб. м для роздільного збирання відходів за такими фракціями як: скло, віконні рами різні види пластмаси, металеві конструкції, шифер та рубероїд, стінові відходи. Потрібно організувати місце для збирання небезпечних відходів. Це може бути контейнер для збирання розбитих люмінесцентних ламп, пошкоджених батарей, акумуляторних пристроїв, тощо. Необхідно встановити інформаційні таблички для ефективного сприйняття інформації. Збирання відходів у такий спосіб є найбільш оптимальним способом безпечного поводження з відходами, що надасть можливість відправити відходи на утилізацію без витрат на їх транспортування та тривале зберігання у спеціально.

Література

1. Порядок поводження з відходами, що утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель та споруд внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків: Постанова Кабінету Міністрів України від 27 вересня 2022 № 1073 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1073-2022-%D0%BF#Text>.
2. Тітова А.О., Шмандій В.М. Поводження з відходами руйнації у военний та повоєнний час. Збірник матеріалів I Міжнародної науково-практичної конференції «Подолання екологічних ризиків та загроз для довкілля в умовах надзвичайних ситуацій – 2022. 26-27 травня 2022 р. – м. Полтава. С. 591-593.

ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ РІЗНОТРАВ'Я КВІТУЧИХ ЛУКІВ У МІСТАХ

ЧУБАКОВА Н. С., СОКОЛЕНКО У. М.

*Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова*

nadezhdachubakova@gmail.com, sokolenko.uliana@gmail.com

Квітучі луки або ділянки різнотрав'я стали перспективною альтернативою традиційним газонам у містах Європи [1, 3]. Такий спосіб озеленення набирає популярності через створення значного видового різноманіття трав'янистих рослин, відносну невибагливість та простоту у догляді, максимально наближеним до краси природних луків виглядом та завдяки створенню додаткових оселищ для тварин у містах.

Поруч із перевагами таких луків можна зазначити і про їх можливі недоліки, хоча деякі з них дискусійні, наприклад, нижча естетична якість високих травостоїв порівняно із кошеними газонами [1, 3]. Слід, проте, розуміти, що луки із багаторічних трав дійсно будуть квітнути лише протягом певного періоду в другій половині літа, а після цвітіння матимуть не зовсім «доглянутий» вигляд. Така особливість є основною перешкодою до їх впровадження. Також, залежно від умов середовища, такі трав'яні угруповання досягнуть свого піку розвитку на 2-3 рік. До дискусійних недоліків належить і їх потенційно вища алергенність порівняно з традиційними газонами [1]. Також високий травостій не дуже любляють працівники комунальних служб, оскільки в них може накопичуватись сміття, яке важко прибирати. Враховуючи вище зазначене, для квітучих лук слід рекомендувати вибирати місцезростання, де вони матимуть перевагу над газонами (не потребують частого косіння, розташовані не у безпосередній близькості до житлових будинків), наприклад, вздовж доріг у місті.

У нашій роботі ми розглянемо детальніше досвід Польщі щодо особливостей створення багаторічних квітучих луків [2]. Травосуміш для їх посіву коштує 24,00 zł – 159,00 zł. Суміш складається з 46 видів місцевих багаторічних польових квітів. Травостій добре формується на середніх і глинистих ґрунтах із змінним водним режимом, на сонячних і напівзатінених місцях. Основну частину цієї суміші становлять стійкі багаторічні види, які

починають квітнути з другого сезону після посіву. Завдяки невеликій частці однорічних польових квітів луг почне цвісти навесні або влітку. Норма посіву – 100 г насінневої суміші на приблизно 50 м² квітника [2].



Рисунок 1 – Польська травосуміш для традиційної багаторічної луки [2].

Рекомендації для посіву. Для кращого ефекту насіння висівають в очищений від кореневищ або коренів ґрунт. Перед посівом ділянку вирівнюють, щоб насіння не зміло під час дощу або поливу. Рекомендовано висівати традиційний польський луг навесні та восени, коли ризик посухи низький. В Польщі практикують висівання в осінній період, що має наслідком раннє цвітіння наступної весни (в Харкові висівання в осінній період не є перспективним через нижчі значення зимової температури). Якщо проводити посів у весняний період, то це дозволить ділянці швидко зацвісти, при умові якщо рослини мають вологий субстрат на початку росту. Перед посівом насіння необхідно перемішати та висіяти рівномірно по всій поверхні, не загортаючи

грунтом [2]. Після посіву ділянку притоптують, щоб забезпечити хороший контакт насіння з землею, на завершення поливають. Для правильного розвитку рослин важливо підтримувати помірну вологість ґрунту в початковий період росту, особливо на водопроникних ґрунтах.

Рекомендації для догляду. У перший рік, якщо умови вирощування сприятливі, а саме, температура тримається вище нуля і немає посухи, рослини почнуть проростати протягом кількох днів після посіву. Суміш включає однорічні види, які зацвітають через 1-2 місяці після посіву (при весняному посіві), і багаторічні рослини, які мають зелене листя лише в перший рік і починають цвісти на другий сезон.

Нестача води і холод уповільнюють ріст і процес квітування рослин. Вони також змушують рослини цвісти протягом короткого періоду часу, щоб швидше утворювати насіння. Якщо протягом першого року на луці з'явилися небажані рослини, їх можна прополоти, щоб зберегти однорічні квіти, або обрізати, щоб зміцнити багаторічні види. Коли луг закінчить квітувати, траву необхідно скошувати, щоб звільнити місце для більш низьких багаторічних рослин, яким для росту потрібне світло. Скошену траву можна залишити на кілька днів, щоб насіння проникло в ґрунт, після чого суху траву потрібно прибрати, щоб не обмежувати ріст багаторічних рослин, та не створювати умови для поширення азотофільних рослин.

У наступні роки на луках переважатимуть місцеві багаторічні види, які поступово заселять всю територію. Багаторічний луг косять двічі за сезон. Косити траву необхідно на висоті (приблизно 5-10 см над землею). Перше скошування слід проводити, коли квіти зів'януть і насіння опадє (червень/липень). Друге скошування роблять восени (тоді взимку ділянка буде виглядати як газон) або ранньою весною (взимку стовбур служить притулком для комах і є годівницею для птахів, а також утеплювачем для молодих рослин, які виростуть пізніше) [2].

Таким чином, технологія створення квітучих лук в європейських країнах має певну тягливість та здійснюється на практиці, тоді як в Україні ще перебуває на початковому етапі. Причиною повільного впровадження в Україні є в першу чергу відсутність адаптованих для наших кліматичних умов травосумішей, практики їх створення, та не готовність населення сприймати їхній вигляд на певних етапах розвитку, а саме, до цвітіння та після.

Література

1. Різнотрав'я поруч / авт. кол.: А. Зозуля, М. Рябика, Я. Михайловський. Львів: ПЛАТО, 2021. 54 с. URL: <https://plato.lviv.ua/wp-content/uploads/2021/05/riznotravuya-poruch-1.pdf> (дата звернення: 15.10.2023)
2. Łąki kwietne. URL: <https://lakikwietne.pl/produkty/marki/beewild/tradycyjna-wieloletnia/> (дата звернення: 15.10.2023).
3. Our wild garden. URL: <https://ourwildgarden.com/advantages-and-disadvantages-of-wildflower-meadows/> (дата звернення: 15.10.2023)

ЕКОЛОГІЧНО СТАЛИЙ РОЗВИТОК УРБОСИСТЕМ: ВИКЛИКИ ТА РІШЕННЯ

ЯКОВЛЕВА Д.В.

Державний університет інфраструктури та технологій
yakovleva_dv@gsuite.duit.edu.ua

На сьогоднішній день, більшість людей мігрує в міста, але ці ж міста не готові до такого зростаючого населення. Так, наприклад, в усьому світі 56 % населення світу наразі проживає в містах. Така висока щільність населення може призвести до того, що мешканці міст страждатимуть від несприятливої якості повітря та води, проблем з відходами та високого рівня іншого забруднення (на додаток до викидів вуглецю, що спричиняють зміну клімату). Таким чином, необхідно запровадити стале міське планування, щоб підготуватися до зростання кількості міських жителів.

Візьмемо для прикладу Україну - ми маємо 37 міст з населенням понад 100 тисяч, в яких проживає близько 9,32 млн осіб. Також в Україні знаходиться 6 найбільших міст (без міста Київ) з населенням понад 500 тисяч осіб, в яких проживає близько 5,56 млн осіб. Шляхом розрахунків, можна дізнатись, що щільність населення майже 2900 осіб на квадратний кілометр. Це багато. І питання про велику кількість новобудов за останні 10-15 років відпадає само собою.

Поглиблення процесів урбанізації призводить до ускладнення інфраструктури міста. Значне місце починає займати транспорт та транспортні споруди (автомобільні дороги, заправки, гаражі, станції обслуговування, залізниці зі своєю складною інфраструктурою, а в тому числі підземні – метрополітен).

Транспортні системи перетинають всі зони міста та впливають на все середовище (урбосередовища). Викиди від транспорту виробляються в самих нижніх шарах атмосфери, там, де протікає основна життєдіяльність людини і де є всі умови для їхнього розсіювання. З'єднання сірки та оксиди азоту, що викидаються в атмосферу і піддаються хімічним перетворенням, формуючи різні кислоти і солі. Такі речовини повертаються на землю у виді «кислотних» дощів. Зрозуміло що це впливає не лише на здоров'я людей, а на стан планети в цілому.

Всі ліси та парки вирубуються, для початку будівництва будинків. Що означає менше дерев, чагарників та кущів, які очищають повітря від тих самих токсичних та шкідливих викидів.

Але існують і деякі позитивні моменти, наприклад зі збільшенням населення швидше та краще розвивається інфраструктура та технології. Це сприяє поглибленню взаємовідносин між Україною та ЄС, і впровадженню кращих європейських стандартів у сфері інфраструктури.

Споживання енергії пов'язане з усіма видами господарської діяльності людини: з опаленням будинків, приготуванням їжі, рухом транспортних засобів, промисловістю, сільськогосподарським виробництвом. Коли у світі починає скорочувати кількість теплових електростанцій, Україна лише збільшує закупівлю вугілля для ТЕС. Спалювання твердого та рідкого палива супроводжується виділенням сірчистого, вуглекислого і чадного газів, а також оксидів пилу, сажі та інших речовин які забруднюють. Це призводить до зміни природних ландшафтів, а іноді і до руйнування. А сьогодні, з початком повномасштабного вторгнення росії, українська енергетична інфраструктура значно постраждала. Наша електроенергетика виживає за рахунок атомної та теплової генерації. Атомна енергетика є небезпечною через можливі аварії на енергоустановках, що супроводжуються викидом у довкілля радіоактивних матеріалів. І викликають проблеми переробки ядерних відходів та їх захоронення, що обходиться дуже дорого і не має надійного інженерного рішення. А тепла енергетика являє собою спалювання в атмосферу, через що викидаються різні шкідливі сполуки: зола з частками палива, сірка, оксиди вуглецю і азоту та газоподібні продукти неповного згорання палива. Ці речовини зумовлюють випадання тих же кислотних дощів та глобальне потепління. Тому якщо до війни, можливість перейти на альтернативні енергетичні об'єкти була можлива, але потребувала великих коштів, то наразі і найближчим часом для України це просто нереально. А з постійним руйнуванням інфраструктури та її

важливих інфраструктурних об'єктів, наразі, екологічна ситуація стає лише гіршою.

Концепція сталого розвитку охоплює дві найважливіші ідеї:

- вирішення економічних, соціальних та екологічних проблем;
- нинішнє покоління має обов'язок перед прийдешніми поколіннями залишити достатньо запасів, зв'язків і ресурсів для того, щоб вони могли забезпечити для себе рівень кращий рівень існування.

Існують також і чинники, які забезпечують цей розвиток:

- економічний (формування економічної системи, яке добре пов'язане з екологічним чинником);
- екологічний (відновлення екологічних систем);
- соціальний (взаємозв'язки з країнами сусідами та іншими державами, та право кожної людини та високий рівень існування в умовах екологічної безпеки);

Щоб досягти сталого розвитку, потрібно узгоджувати темпи економічного розвитку і вимог екологічної безпеки, орієнтуватись на експорт та будь яке виробництво, мати структуровану культуру праці та споживання що призведе до формування сталого економічного розвитку. Зараз антропогенне навантаження на природу наближається до граничної межі її екологічної стійкості, що негативно впливає на життєдіяльність людини і суспільства. Для оновлення орієнтирів сталого розвитку потрібно розроблювати інноваційні підходи, які стануть реалізацією концепції сталого розвитку в майбутньому.

Література

1. Екологічні проблеми транспортної галузі URL: <https://www.ecoleague.net/pro-vel/misiia-vel/vystupy-publikatsii/2011/item/68-ekolohichni-problemy-transportnoi-haluzi-pohliad-hromadskosti>
2. Урбанізація – що це таке, причини, види і наслідки URL: <https://termin.in.ua/urbanizatsiia/> (дата звернення 01.10.2023 р.)
3. Проблеми урбанізованого розселення URL: <http://www.geograf.com.ua/geoinfocentre/20-human-geography-ukraine-world/276-ref19951103> (дата звернення 01.10.2023 р.)
4. Викиди від транспорту URL: <https://ecoaction.org.ua/vykydy-vid-transportu.html> (дата звернення 01.10.2023 р.)
5. Вплив електроенергії на довкілля URL: <http://energopostachalnyk.com/electricity/environmental-impact/> (дата звернення 01.10.2023 р.)

БІОІНДИКАЦІЙНА ОЦІНКА СТАНУ ҐРУНТУ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ МІКРОБНИХ ТЕСТ-ОБ'ЄКТІВ

МАДАНИ М. М.

Одеський національний технічний університет

madanikader50@gmail.com

Біоіндикаційна оцінка стану ґрунту урбанізованих територій з використанням мікробних тест-об'єктів. Високий рівень техногенного навантаження на ґрунт особливо характерний для урбанізованих територій. В даний час у містах ґрунт суттєво відрізняється від ґрунту природних екосистем, що відіграють важливу роль у підтримці екологічної рівноваги. В результаті постійно зростаючих антропогенних навантажень, інтенсивність природних процесів самоочищення ґрунту знижується [1, 2].

Таким чином, збільшений антропогенний пресинг стимулює розробку нових і модифікацію вже існуючих способів оцінки якості ґрунтів як одного з компонентів навколишнього середовища. Сучасна система контролю стану компонентів навколишнього середовища, основана на хіміко-аналітичному визначенні окремих поллютантів та їх відповідності ДСТУ та ГДК, далеко не охоплює весь спектр токсичних поллютантів, загальна кількість яких, вже перевищила 50 000 [3, 4].

Крім того, деякі рекомендовані аналізи складні, дорогі, неефективні в оцінці синергетної дії факторів різної природи. Можливим виходом із цієї ситуації може бути застосування біотестування як способу визначення ефекту сумарного впливу поллютантів. Оцінка якості ґрунтів за допомогою вищих організмів розроблена досить успішно [5, 6]. Однак, при визначенні допустимої міри антропогенного впливу на екосистеми, необхідно враховувати реакції не тільки вищих, а й нижчих організмів, специфічні особливості яких можуть дати цілий ряд переваг, в порівнянні з вищими організмами, при використанні їх з метою біоіндикації стану ґрунтового середовища [7, 8].

У зв'язку з цим, актуальними є дослідження, спрямовані на виявлення таких мікробних тест-об'єктів, які можуть бути використані для екологічної оцінки стану ґрунту без особливих труднощів в їхньому культивуванні та інтерпретації отриманих даних, що характеризують їх реакцію у відповідь на забруднення.

Ґрунтуючись на аналізі літератури, було запропоновано використовувати як тест-об'єкт при оцінці якості ґрунтів бактерії *Bacillus subtilis*. В основу оцінки покладена бактерицидна дія, що чиниться на чисту бактеріальну культуру стерильними водними витяжками з досліджуваного ґрунту. Робоча культура бактерій тест-об'єкта велася на основі музейної лінії *Bacillus subtilis* штаму АТСС 6633 [33].

Розроблена методика передбачає такі етапи:

- 10-кратне упарювання водної ґрунтової витяжки з метою посилення ефекту токсичної дії;
- добове термостатування змішаної суспензії робочої культури бактерій та концентрованих стерильних ґрунтових витяжок;
- засів отриманого матеріалу на тверде живильне середовище (МПА) та наступне термостатування протягом 24 годин за 29,9°C;
- підрахунок колоній, що утворилися;
- визначення показника токсичності за відсотком виживання колоній тест-об'єкта.

Апробування методики проводилося на 26 ґрунтових зразках, відібраних на території м. Одеси. У всіх зразках було відзначено пригнічення зростання колоній бактеріального тест-об'єкта. Усі точки відбору проб були приурочені до територій з підвищеним антропогенним пресингом, а найменший відсоток виживання колоній *Bacillus subtilis* (рис. 1, т. № 79) - 10,42 % для горизонту 1 та 6,25 % для горизонту 2, відповідно, припадали на зразки ґрунтів, відібраних на території старого міського звалища (вул. Хуторська), яке на момент досліджень офіційно не перебуває в експлуатації (рис. 1).

Встановлено, що методика визначення стану ґрунтів за ефектом бактерицидного впливу, може використовуватися з метою отримання об'єктивної оцінки якості ґрунтів, при мікробіоіндикаційному дослідженні ґрунтів урбанізованих територій. Застосування цієї методики дозволить уникнути неоднозначності тлумачення токсичності досліджуваних об'єктів і внесе істотні корективи в екологічну оцінку ґрунтів урбанізованих територій.

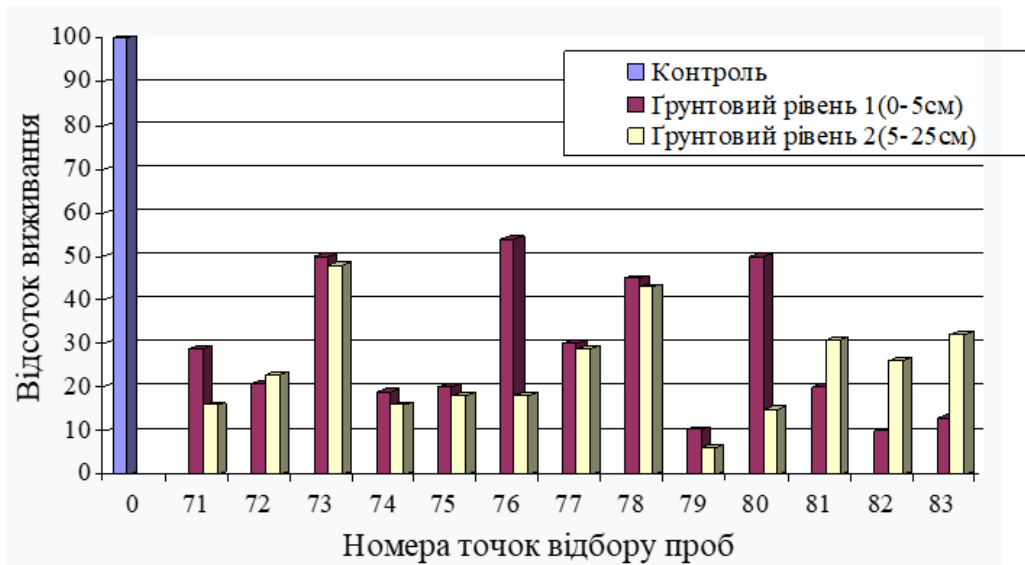


Рисунок 1 – Відсоток виживання бактерій *Bacillus subtilis* під дією водних ґрунтових витяжок на МПА порівняно з контролем

Отримані результати мікробіоіндикаційної оцінки ґрунтів можуть бути використані для вдосконалення підходів та методів моніторингу промислового забруднення міських територій.

Література

1. Сталій розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування : колективна монографія / [авт. кол. : Мадані М. М., Крутоголова І. О., Андрєєва Н. М. та ін.] / за ред. проф. Мальованого М. С. – Київ : Яроченко Я. В., 2022 – 566 с. : рис., таблиці / Online-видання. <https://doi.org/10.51500/7826-23-0>
2. Волощук М. Деградація ґрунтів - глобальна екологічна проблема. Вісник Львівського університету. Серія географічна. 2017. Вип. 51. С. 63-70.
3. Журавель М.Ю., Найдьонова О.Є., Яременко В.В. Оцінка якості рекультивації ґрунтів у місцях розташування нафто- і газовидобувних свердловин за показниками стану мікробних угруповань. Агрохімія і ґрунтознавство. 2017. №86. С. 107-115.
4. Romeh A.A., Khamis M.A., Metwally S.M. Potential of *Plantago major* L. for phytoremediation of lead-contaminated soil and water. *Water, Air and Soil Pollution*. 2016. V. 227. № 1. P. 9.
5. Мадані М.М. Оцінка антиоксидантного потенціалу рослин урбоекосистем в умовах антропогенного забруднення ґрунту. Аграрні інновації. 2022. №11. С.50-59. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.11.7>
6. Довгалюк А. Забруднення довкілля токсичними металами та їх індикація за допомогою рослинних тестових систем. Біологічні Студії. 2013. №1. С. 197-204.
7. Zhen Teng, Fan, W., Wang, H. et al. Monitoring Soil Microorganisms with Community-Level Physiological Profiles Using Biolog EcoPlates in Chaohu Lakeside Wetland, East China. *Eurasian Soil Sc.* 2020. №53. P.1142-1153. <https://doi.org/10.1134/S1064229320080141>

8. Мадані М.М. Оцінка стану ґрунту урбанізованих територій за ефектом бактерицидного впливу на бактерії *Bacillus subtilis*. Таврійський науковий вісник. 2023. № 130. С. 457-464. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.63>

ОЦІНКА СТАНУ ДОВКІЛЛЯ НА ТЕРИТОРІЇ ШЕВЧЕНКІВСЬКОЇ СЕЛИЩНОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

МАКСИМЕНКО М. К.

*Харківський національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова*

maksimmaksimenko201@gmail.com

У сучасному світі постерігається невідповідність між безмежними потребами людства та обмеженими можливостями природи. Негативні наслідки антропогенного впливу переважають над позитивними, що веде до деградації довкілля і появи соціально-екологічної кризи. Тому виникає необхідність аналізу розвитку взаємодії між природними та суспільними процесами та визначення шляхів управління ними.

Шевченківська селищна територіальна громада розташована на сході Харківської області у західній частині Куп'янського району. Загальна площа становить 979,1 км². Адміністративним центром є смт. Шевченкове. Кількість населення складає близько 20 тисяч осіб.

Проведена оцінка стану довкілля на території даної громади та виконане дослідження впливу об'єктів техносфери на компоненти довкілля дозволяють зробити певні висновки.

При оцінці поточного стану окремих компонентів довкілля визначено:

– концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі не перевищують встановлених ГДК, крім NO₂;

– загальна площа земель Шевченківської громади становить 97 742 га. З них під сільськогосподарськими угіддями знаходяться 85,6 тис. га, з яких 69,0 тис га ріллі. Використання земельних ресурсів на сучасному етапі не відповідає вимогам раціонального природокористування, спостерігаються прояви деградації ґрунтів, підтоплення території підґрунтовими водами та зсуви ґрунтів [1].

Оцінка впливу об'єктів техносфери на компоненти довкілля показала:

- промисловими центрами громади є смт. Шевченкове та с. Старовірівка. Аграрний сектор економіки включає фермерські господарства та сільськогосподарські товариства [2];
- основними джерелами забруднення атмосферного повітря є викиди від промислових та сільськогосподарських підприємств, пересувним джерелом забруднення атмосферного повітря є автомобільний та залізничний транспорт;
- водопостачання та водовідведення забезпечує КП «АКВА» Шевченківської селищної ради. Загальна протяжність мереж водопостачання становить 62 км. Централізованим водопостачанням забезпечені смт. Шевченкове, сел. Борівське, села Верхньозорянське, Огурцівка, Первомайське, Петрівка та Старовірівка;
- мережу водовідведення облаштовано тільки на території смт. Шевченкове (в його центральній частині) та сел. Борівське. На території цих населених пунктів працюють очисні споруди по технології «Біоплато». Технологія очистки даного типу і самі поля фільтрації не забезпечують очистку стічних вод до встановлених нормативів та потребують реконструкції. Є проблеми у водовідведенні на Покровському житловому масиві в смт. Шевченкове та в селах Старовірівка і Петрівка [2];
- випуски виробничих стічних вод на низці промислових підприємств надходять у вигрібні ями;
- відведення поверхневих (дощових і талих) стічних вод здійснюється по проїзних частинах вулиць. Злизова каналізація на території громади частково існує. На території громади відсутні очисні споруди злизової побутової каналізації;
- побутові стоки від населення приватних будинків надходять в дворові туалети, які обладнані вигрібними ямами;
- на території громади біля ставків та водосховищ спостерігається в межах прибережних захисних смуг розорювання земель, городництво та садівництво;
- до основних антропогенних факторів, що впливають на стан земель та ґрунтів на території громади є сільське господарство, промисловість та транспорт. Основними землекористувачами є сільськогосподарські підприємства. Фактор забруднення ґрунтового покриву має локальне поширення і пов'язаний з промисловими територіями. Потенційними територіями, де можливе забруднення ґрунтів із перевищенням нормативних гранично-допустимих рівнів по

бактеріологічним та хімічним показникам є нафтові та газоконденсатні підприємства, стихійні сміттєзвалища, ділянки вздовж автомагістралей;

– на території громади сміттєпереробні підприємства та сміттєсортувальні станції відсутні. Вивіз твердих побутових відходів здійснюється на сміттєзвалище, яке знаходиться на території Шевченківської селищної ради Куп'янського району за межами населених пунктів вздовж автодороги Н-26 Чугуїв-Мілове (34км) [1, 3]. На даний час в громаді відсутня ефективна схема санітарного очищення населених пунктів. Це сприяє утворенню стихійних сміттєзвалищ, зокрема і в межах сельбищної зони. В смт. Шевченкове серед ТПВ сортують лише пластик та скло;

– Шевченківська ОТГ перебувала під окупацією російських військ з 26 лютого по 10 вересня 2022 року. Внаслідок військових дій спостерігається на території громади механічне, фізичне та хімічне пошкодження ґрунту.

За результатами стану довкілля та оцінки джерел впливу на окремі його компоненти з метою покращення стану довкілля на території громади запропоновано рекомендації, які спрямовані на вирішення основних проблем, а саме:

– підтримку задовільного санітарного стану території громади та створення комфортних санітарно-гігієнічних умов проживання в усіх її населених пунктах;

– організацію централізованого водовідведення побутових, промислових та поверхневих стічних, будівництво та реконструкцію очисних споруд в окремих населених пунктах;

– дотримання заходів з охорони довкілля на підприємствах з нафто- та газовидобутку;

– встановлення меж та дотримання режимів обмеженої господарської діяльності у прибережних захисних смугах усіх поверхневих водних об'єктів.

Отримані висновки та складені рекомендації можуть слугувати підґрунтям для прийняття рішень і вибору шляхів управління якістю довкілля та забезпечення збалансованого природокористування на території громади.

Література

1. Звіт про стратегічну екологічну оцінку документу державного планування генерального плану смт Шевченкове Куп'янського району Харківської області. 2021 р: URL::

- http://shevselrada.gov.ua/files/docs/2021/17531_Zvit_smt_Shevchenkove.pdf (дата звертання 14.09.2023 р.)
2. Програма соціально-економічного та культурного розвитку Шевченківської селищної ради на 2022-2024 р.р: URL: http://shevselrada.gov.ua/files/docs/2021/19690_programa_sotcekonom_rozvitku.doc (дата звертання 16.09.2023 р.)
3. Звіт про стратегічну екологічну оцінку документу державного планування комплексної програми охорони навколишнього природного середовища Харківської області на 2021- 2027 роки: URL: <http://surl.li/gwbxr> (дата звертання 14.09.2023 р.)

ДОСЛІДИ РОЗЧИНЕННЯ ФЛЮОРИТУ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ВМІСТУ ФТОРУ У ПИТНІЙ ВОДІ

¹МАЦЮК С.А., ²ЯКОВЛЄВ В.В., ²ДМИТРЕНКО Т.В., ²КУЛИК А.С.

¹ТОВ «Лабораторія якості води «ПЛЛЯ»

² Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

svetmat@ukr.net, yakovlev030157@gmail.com, t_dmytrenko@ukr.net, nastya659125@gmail.com

Природна вода з мінералізацією 0,3–0,5 мг/дм³ є найбільш придатною для питних цілей. Водночас в такій воді часто не вистачає мікроелементу фтору, вміст якого у кількості 0,7–1,2 мг/дм³ є оптимальним [1]. В лабораторії ТОВ «Лабораторія якості води «ПЛЛЯ» виконані дослідження з експериментальної підготовки фтористого концентрату для оптимізації складу питної води.

Подрібнений мінерал флюорит завантажили у трубчасті скляні колони з площею перетину 50,24 см². Експеримент проводився з дистильованою водою (колона № 1), 1,0 М розчином NaCl (колона № 2), 1,0 М розчином Na₂CO₃ (колона № 3) та 1,0 М розчином лимонної кислоти (колона № 4). У завантажені флюоритом колони додали однакові об'єми вищевказаних розчинів і через певні проміжки часу були відібрані порції розчину, в яких вимірювали концентрації фтору потенціометричним методом за методикою виконання вимірювань №081/12-0309-06 «Методика виконання вимірювань фтор-іонів потенціометричним методом». Результати вимірювань надані у табл. 1.

Таблиця 1 – Зміна вмісту фтору у дистильованій воді й водних розчинах NaCl, лимонної кислоти та Na₂CO₃

Час, доба	Концентрація фтору, мг/дм ³			
	Дистильована вода (колона № 1)	NaCl (1,0 М) (колона № 2)	Na ₂ CO ₃ (1,0 М) (колона № 3)	Лимонна кислота (1,0 М) (колона № 4)
0,04 (1 година після заливки)	2,36	0,95	0,63	10,64
1	3,97	2,78	2,54	39,9
4	3,51	3,37	8,99	60,26
9	4,29	3,2	12,1	112,2
12	4,6	4,32	17,86	129,13
16	4,6	4,18	22	98,8

За даними таблиці побудовані графіки зміни вмісту фтору в різних середовищах. Як приклад нижче наведені графіки для дистильованої води та 1,0 М розчину NaCl (рис. 1, 2).

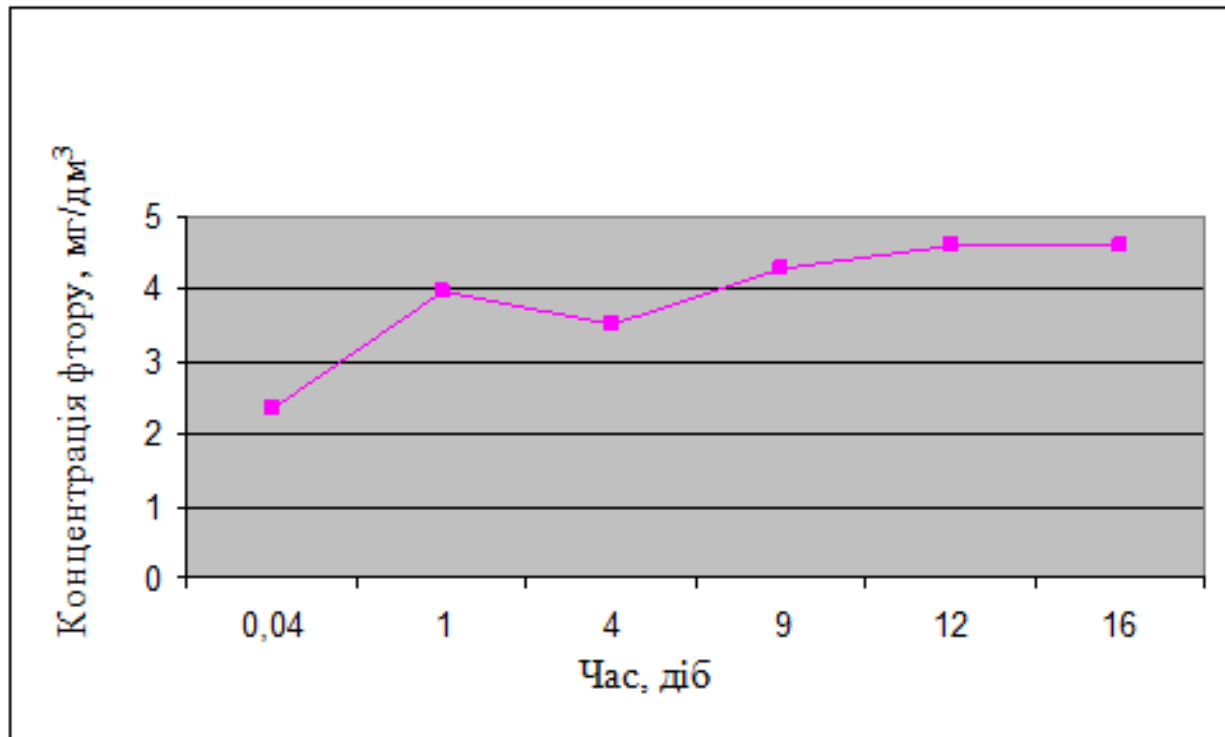


Рисунок 1 – Зміна вмісту фтору в дистильованій воді

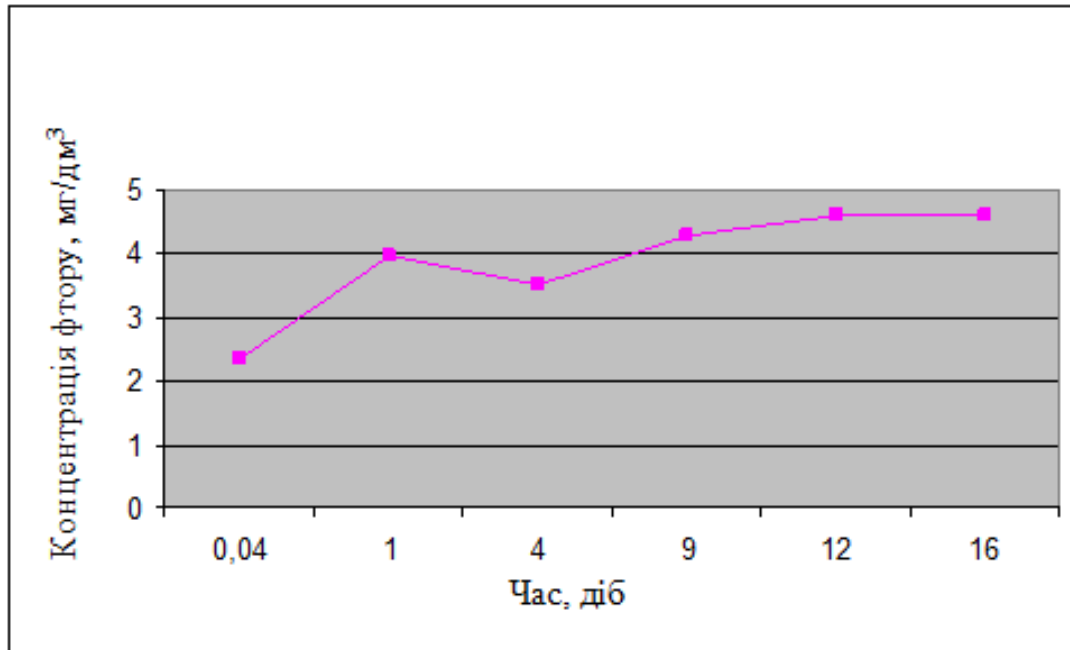


Рисунок 2 – Зміна вмісту фтору в розчині NaCl (1,0 М)

Таким чином, результати виконаних експериментів показали, що отриманий при розчиненні мінерального флюориту концентрат фтору можливо використовувати для збільшення вмісту цього компонента у питній воді.

Література

1. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4–171–10), затверджені наказом МОЗ України від 12.05.2010 р. № 400.

ПОТЕНЦІАЛ І ПЕРЕВАГИ ФІТОТЕХНОЛОГІЙ ОЧИЩЕННЯ ВОД ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТЕРИТОРІЙ

ЛУКАШЕВИЧ Д. С.

*Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова*

darya.lukashevych@kname.edu.ua

Глобальний техногенний вплив чинить значний вплив на природу, що

негативно впливає на діяльність і здоров'я людей. За даними Всесвітньої Організації Охорони Здоров'я щорічно у світі близько 25 % населення піддається ризику споживання неякісної питної води, а більше 80 % всіх захворювань людини безпосередньо пов'язано зі споживанням неякісної води.

Використання різних методів очистки стічних вод або їх комбінацій має забезпечити ефективний ступінь очистки, при якій скидання стічних вод не призведе до порушення нормативних вимог. Недотримання встановлених норм очистки стоків може призвести до погіршення санітарних умов водокористування та порушення самоочисної здатності водойм, яка, як відомо, заснована на біологічних, хімічних та фізико-хімічних процесах.

Фітотехнологія – метод очищення стічних вод, заснований на використанні процесів природного самоочищення водних об'єктів, з використанням вищої водної рослинності, водної мікрофлори та мікроорганізмів, який знайшов широке поширення в країнах Західної Європи (Великобританія, Данія, Швейцарія, Фінляндія, Іспанія, Франція, Німеччина, Норвегія, Австрія, Естонія), а також Америка, Канада, Нова Зеландія. Очисні споруди на основі фітотехнології у різних країнах мають такі назви: Constructed wetland, Reed bed, Artificial wetland, біоплато, біоінженерні споруди, біологічні майданчики тощо. Застосування фітотехнології найбільш прийнятне для очищення господарсько-побутових стічних вод невеликих населених пунктів, окремо розташованих будинків, шкіл, санаторіїв, кемпінгів та інших місць відпочинку населення [2]. Фітотехнології можуть застосовуватись також для очищення поверхневого стоку сільськогосподарських угідь, забудованих територій та промайданчиків, колекторнодренажних, кар'єрних та шахтних вод, стічних вод тваринницьких комплексів, фільтрату зі сміттєзвалищ твердих побутових відходів, при очищенні виробничих стічних вод та їх суміші з господарсько-побутовими стічними водами, фітотехнологія застосовується як доочищення.

Фітотехнології використовуються для інтенсифікації роботи мулових майданчиків міських очисних споруд. Вирощування найвищої водної рослинності на картах мулових майданчиків завдяки транспірації сприяє інтенсивному висушування мулового осаду, прискорення оборотності мулових карт, а також очищення мулу на основі біологічних процесів самоочищення. Водні рослини у водоймах виконують такі основні функції [1 – 4]:

- фільтраційну (сприяють осіданню завислих речовин);
- поглинальну (поглинання біогенних елементів та деяких органічних

речовин);

- накопичувальну (здатність накопичувати деякі метали та органічні речовини, що важко розкладаються);
- окислювальну (у процесі фотосинтезу вода збагачується киснем);
- детоксикаційну (рослини здатні накопичувати токсичні речовини та перетворювати їх на нетоксичні).

Біоботанічний метод очищення стічних вод ґрунтується на використанні в процесі очищення вищих водних рослин (ВВР).

При очищенні стічних вод найчастіше використовують такі види вищих водних рослин, як очерет, очерет озерний, рогоз вузьколистий і широколистий, рдест гребінчастий і кучерявий, спіроделла багатокорінна, елодея, водний гіацинт (ейхорнія), касатик жовтий, сусак, стрілолист звичайний, гречка земноводна, різуха морська, уруть, хара, ірис та ін.

Здатність вищих водних рослин видаляти з води забруднюючі речовини: біогенні елементи (азот, фосфор, калій, кальцій, магній, марганець, сірку), важкі метали (кадмій, мідь, свинець, цинк), феноли, сульфати – та зменшувати її забрудненість нафтопродуктами, синтетичними поверхнево-активними речовинами, що контролюється такими показниками органічного забруднення середовища.

Як БПК та ХПК, дозволяє використовувати біотехнології у практиці очищення виробничих, господарсько-побутових стічних вод та поверхневого стоку як в Україні, так і в усьому світі. Середня ефективність біохімічної потреби в кисні (БПК₅) складає 99 %. Видалення потреби в кисні (ХПК) становлять 96–99 %. Деяко нижчі ефекти були отримані у випадку видалення загального фосфору (ЗФ) (90–94 %), а також для загального вилучення зважених речовин (ЗЧ) (80–87 %) та видалення загального азоту (ТН ЗА) (73–86 %).

Отже, в умовах економії ресурсів для малих підприємств перспективними є технології очищення стічних вод, що розвивається в напрямку інтенсифікації процесів біологічного очищення, проведення послідовно процесів біологічної очистки, кінцевою метою яких є повторне використання очищених стічних вод.

Література

1. Кононцев С. В. Багатостадійне біологічне очищення оборотної води індустриальних рибницьких господарств : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.17.21 / Київ, 2019. 43 с.
2. Мацнев А.І., Саблій Л.А. Водовідведення на промислових підприємствах : навч. посіб..

Рівне: РДТУ. 1998. 219 с.

3. Marzec M.; Jóźwiakowski K.; Dębska A.; Gizińska-Górna M.; Pytka-Woszczyło A.; Kowalczyk-Juśko A.; Listosz, A. The efficiency and reliability of pollutant removal in a hybrid constructed wetland with common reed, manna grass and virginia mallow. *Water*. 2018. № 10. P. 1445.

4. Mucha Z.; Wójcik W.; Jóźwiakowski K.; Gajewska M. Long-term operation of Kickuth-type constructed wetland applied to municipal wastewater treatment in temperate climate. *Environ. Technol.* 2018. № 39. P. 1133–1143

ІНВЕНТАРИЗАЦІЯ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ (НА ПРИКЛАДІ СКВЕРУ ІМЕНІ Ф. САФАРОВА), ЯК СКЛАДОВА СТАЛОГО РОЗВИТКУ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА

¹ПЛИСКО Д. А., ²КОВАЛЬОВА Н. С.

¹ВСП «Житлово-комунальний фаховий коледж ХНУМГ ім. О.М. Бекетова»

²КЗ «Харківський ліцей № 28 Харківської міської ради»

danilplisko@gmail.com, nadak6984@gmail.com

Однією з головних парадигм у світі ХХІ століття є сталий екологічний розвиток. Активні урбанізаційні процеси населених пунктів, активна експлуатація природних ресурсів призводить до глобальних екологічних проблем. Виходячи з вищезазначеного, під Асамблеєю ООН в Ріо-де-Жанейро було проведено Конференцію ООН зі сталого розвитку 2012 року (також відома як «Ріо+20») [3] привела до документа, що містить чіткі та практичні кроки для впровадження концепції сталого розвитку. Однією з важливих складових концепції сталого розвитку міст є збереження екосистеми у планетарному масштабі.

Виходячи з вищезазначеного, площа природних ареалів, зокрема зелених зон, які є важливою складовою екосистеми, поступово зменшується, прямо-пропорційно розвитку міст. Враховуючи цей аспект, важливим напрямом сталого розвитку населених пунктів є збереження зелених насаджень, збільшення площ зелених насаджень за рахунок включання у структуру ландшафтної організації міст сучасних тенденцій та інноваційних технологій у озелененні. Про актуальність міських зелених зон у сталому розвитку згадує ряд міжнародних науковців [1, 2]. Зазначається, що концепція зеленого каркасу підтримує стале управління в містах. Серед прогресивних європейських міст, у

яких реалізовано концепцію зелених каркасів міст, варто виділити: Глазго, Стокгольм, Мельбурн і Копенгаген та інші.

Задля досягнення створення концепції зеленого каркасу міст, на першому етапі є проведення інвентаризації існуючих зелених зон міста. Такий процес необхідний для обліку, визначення санітарного стану та продуктивності міських зелених зон для подальшої реконструкції міського простору.

Визначено, що документом, який регламентує питання інвентаризації зелених насаджень є Інструкція з технічної інвентаризації зелених насаджень у населених пунктах України [5]. Більшою мірою, питання озеленення означені у наступних документах: ЗУ «Про благоустрій населених пунктів» [4], «Правила утримання зелених насаджень у населених пунктах України» [5].

Виходячи з даних нормативно-правової бази термін експлуатації повільноростучих дерев листяних та хвойних рослин (дуба, липи, каштана, ясеня, сосни, тощо) складає 90 років; швидкоростучі дерева (робінія, тополі, берези, верби, тощо), – 70 років; для кущів – 20 років [4]. Встановлено, що на 1 га території скверу повинно бути 260 дерев, 1116 кущів, 110 м² квітників та 0,62 га кущів [4]. За таких умов рівень озеленення повинен для скверів складати 75 – 85 %.

Метою нашого дослідження було проведення інвентаризації існуючих зелених насаджень скверу ім. Ф. Сафарова у м. Харків, як складової зеленого каркасу міста, задля створення пропозицій щодо покращення озеленення території, спираючись на існуючу нормативно-правову базу.

За підсумками польових досліджень дендрологічної флори скверу було визначено такі біологічні види та види з внутрішнім фіторізноманіттям: *Pinus pallasiana* L. (19 шт.), *Populus nigra* «Italica» (51 шт.), *Populus tremula* L. (9 шт.), *Acer negundo* L. (16 шт.), *Acer saccharinum* L. (12 шт.), *Acer rubrum* L. (17 шт.), *Betula pendula* Roth (1 шт.), *Ulmus glabra* Huds. (25 шт.), *Robinia pseudoacacia* L. (28 шт.), *Prunus serrulata* «Kanzan» (9 шт.), *Spiraea* ×*vanhouttei* (Briot) Zabel (3 шт.). Варто зауважити, що кількість дерев (187 шт.) суттєво домінує над кущами (3 шт.).

Серед деревних рослин переважають представники відділу *Magnoliophyta* – 171 екземпляри, відділ *Pinophyta* представлений лише *Pinus pallasiana* L. у кількості 19 екземплярів, – рис 1.

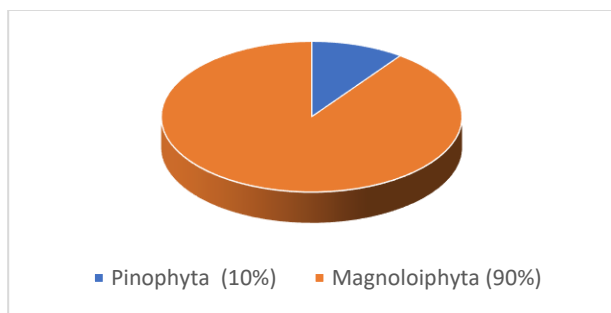


Рисунок 1 – відсоткове співвідношення дендрофлоривідділу *Pinophyta* та *Magnoloiphyta* на території скверу

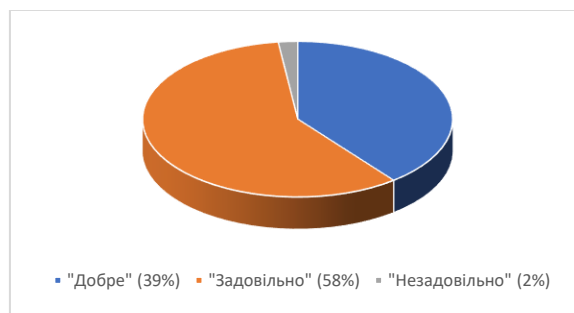


Рисунок 2 – відсоткове співвідношення санітарного стану деревних рослин на території скверу

Оцінювання санітарного стану визначено за категоріями «добре», «задовільно» та «незадовільно» відповідно до Інструкції з інвентаризації зелених насаджень у населених пунктах України [5]. Оцінка «добре» була встановлена у 75 екз., «задовільно» у 111 екземплярів та у стані «незадовільно» знаходяться 4 екземпляри деревних рослин – рис 2.

Аналізуючи результати досліджень та порівнюючи з показниками, які зазначено у нормативно-правовій базі, виявлено, що на території скверу ім. Ф. Сафарова наявні такі проблеми в озелененні: домінування серед деревних рослин життєвої форми дерев (98 %), над кущами (2 %); переважання особин відділу *Magnoloiphyta* (90 %), над відділом *Pinophyta* (10 %); незначне фіторізноманіття серед деревних рослин; динаміка погіршення санітарного стану серед особин *Populus tremula* L., *Robinia pseudoacacia* L., що несе потенційну небезпеку для рекреантів.

Усунення цих проблем в озелененні скверу пропонується шляхом висадки гарно-квітучих та декоративно-листяних кущів; включенням у ландшафтні композиції, на освітлених місцях скверу представників відділу *Pinophyta*; поетапне видалення деревних рослин зі санітарним станом «незадовільно» та моніторинг санітарного стану дерев та висадка, на звільнені місця, новий асортимент дендрофлори.

Створення зелених каркасів міст є прогресивним напрямом у концепції сталого розвитку міст та ефективного управління урбоекосистемами. Інвентаризація зелених насаджень є ефективним методом моніторингу та управління міськими зеленими зонами. Спираючись на аналіз досліджень було виявлено ряд проблем в озелененні скверу Сафарова, зокрема: домінування серед деревних рослин життєвої форми дерев (98 %), переважання представників

відділу *Magnoliophyta* (90 %), незначне фіторізноманіття та динаміка погіршення санітарного стану дендрофлори. Зважаючи на виявлені проблеми, було запропоновано використання декоративних кущів, рослин відділу *Pinophyta* в процесі поетапного впровадження нового асортименту дендрофлори.

Література

1. Green infrastructure development for a sustainable urban environment in Chittagong city, Bangladesh URL: https://www.researchgate.net/publication/363708742_Green_infrastructure_development_for_a_sustainable_urban_environment_in_Chittagong_city_Bangladesh (дата звернення 20.10.2023)
2. Impact of Urban Landscaping on Improving the Sustainable Development of the Urban Environment. The Case of Nur-Sultan URL: https://www.researchgate.net/publication/365942233_Impact_of_Urban_Landscaping_on_Improving_the_Sustainable_Development_of_the_Urban_Environment_The_Case_of_Nur-Sultan (дата звернення 20.10.2023)
3. Impact of Urban Landscaping on Improving the Sustainable Development of United Nations Conference on Sustainable Development, 20-22 June 2012, Rio de Janeiro URL: <https://www.un.org/en/conferences/environment/rio2012> (дата звернення 20.10.2023)
4. Закон України «Про благоустрій населених пунктів» (редакція від 16.10.2020) URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2807-15#Text>. (дата звернення 20.10.2023)
5. Інструкція з технічної інвентаризації зелених насаджень у населених пунктах України, затверджена наказом Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України від 24.12.2001 № 226 та зареєстрованої у Міністерстві юстиції України 25.02.2002 за № 182/6470 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0182-02#Text> (дата звернення 20.10.2023)
6. Наказ «Про затвердження Правил утримання зелених насаджень у населених пунктах України» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0880-06#Text>. (дата звернення 20.10.2023)

ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА УРБОСИСТЕМИ: ВРАЗЛИВІСТЬ, ПОМ'ЯКШЕННЯ, АДАПТАЦІЯ

ВПЛИВ СТРУКТУРИ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ НА МІКРОКЛІМАТ

БЕРЕЖНИЦЬКИЙ Я. Р., ОДНОРИГ З. С.

Національний університет «Львівська політехніка»

yaroslavberezhnitsky@gmail.com, odnorigzor@gmail.com

Мікроклімат є важливим аспектом вивчення клімату, оскільки він впливає на ряд природних явищ і процесів, таких як розподіл снігового покриву, швидкість вітру, танення снігу, частоту та інтенсивність заморозків, тривалість вегетаційного періоду рослин тощо. Мікроклімат – це місцеві відмінності в кліматі, що виникають через нерівномірність земельної поверхні. На всій площі з однаковим кліматом існують ділянки землі з різними характеристиками. Сюди входять ліси та галявини, сади та поля землеробських культур, різні типи рельєфу, як горби, схили різної крутизни та орієнтації, долини, річки, озера, болота і інше. Нерівномірність земельної поверхні впливає на засвоєння сонячної радіації, результативне випромінювання та радіаційний баланс між поверхнями, а також на нерадіаційний обмін тепла з атмосферою. Це призводить до мікрокліматичних особливостей, таких як різниця в температурі повітря і ґрунту, випаровуваність, вологість повітря і режим вітру.

Для вивчення мікроклімату використовують спеціальну мережу спостережень на різних ділянках землі, а також тимчасові точки спостереження, коли необхідно вивчити мікрокліматичні особливості в окремих віддалених місцях.

Мікрокліматичні відмінності найчіткіше виражені в приземному шарі повітря. Навіть на висоті стандартної метеорологічної станції (2 метри) і вище взаємодія різних ділянок стає менш помітною, і отримані метеорологічні показники стають характерними для даної місцевості. Мікрокліматичні особливості найбільш помітні в ясну і спокійну погоду. При похмурій погоді є тільки розсіяне випромінювання, і всі ділянки отримують подібну кількість тепла. При вітряній погоді особливості ділянок також вирівнюються через активне перемішування повітря.

З становленням соціуму удосконалюються способи житлового будівництва. До таких способів відносять використання особливостей природного ландшафту і мікрокліматичних умов місцевості, антропогенні модифікації із застосуванням штучних прийомів озеленення та обводнення .

До основних мікрокліматичних параметрів, що впливає на біокліматичні показники міського середовища, відносяться інтенсивності сонячної радіації і теплового випромінювання огорожувальних конструкцій будівель і рельєфу (радіаційний рівновагу) температура і вологість повітря, напрям і швидкість вітру. Для загальних випадків окремих груп будівель, зелених насаджень і т.д. оцінка мікрокліматичних змін може виконуватися на основі загальних обґрунтувань і навмисно розроблених графоаналітичних способів. Для окремих випадків і певних ділянок забудови оцінка мікрокліматичних умов виконується за підсумками особливого натурального обстеження і способами математичного моделювання.

Різноманітність рослин впливає на засвоєння сонячної радіації, результативне випромінювання та режим вітру, що в свою чергу впливає на температуру та вологість повітря та ґрунту на значній глибині.

Зміна вітрового режиму під впливом міської забудови, з одного боку, є найбільш очевидним фактом, з іншого боку підпорядковується досить складним законам гідротермодинаміки, а тому є далеко не тривіальним явищем. Сама по собі міська забудова, маючи більш високий коефіцієнт шорсткості, ніж більшість природних ландшафтів, знижує швидкість повітряного потоку у землі. Але за рахунок підвищеної тепловіддачі в атмосферу місто створює мезомасштабну термічну конвекцію, що може посилювати швидкість вітру на тлі штильових умов.

У найзагальнішому випадку вплив міської забудови на швидкість вітру виражається в збільшенні числа тихих і маловітряних днів в місті та зниженні максимальної швидкості вітру в середньому на 10–30% в порівнянні з незабудованою приміською територією. На територіях з забудовою підвищеної щільності і всередині груп будівель, що утворюють замкнуті і напівзамкнуті внутрішньодворові простори, швидкість вітру знижується на 70% і більше. З містобудівної точки зору вітрової клімат повинен впливати на ширину і напрямок вулиць, взаєморозташування функціональних зон відносно один одного, розміщення підприємств щодо житлових районів і місць організованого відпочинку т.д. Забезпечення вітрового комфорту міської території є однією з

основних задач архітектурно-кліматичного аналізу і проектної діяльності .

Як мікрокліматичний показник, температура повітря інтегрує безліч факторів кліматоутворення: різна кількість сонячної радіації, що надходить до поверхні землі, що поглинають, відбиваючі і випромінюючі властивості покривної поверхні і предметів (дахи будівель, споруд), домінуючі типи атмосферної циркуляції, виділення техногенного тепла і т.д.

Особливо яскраво вплив урбанізації на клімат простежується на території міст у вигляді стійких позитивних аномалій температури, так званих островів тепла. Їх інтенсивність залежить від площі і щільності забудови, її теплотності, числа мешканців, природних природно-кліматичних умов. У загальному випадку, чим більше місто, тим більше позитивна аномалія температури повітря в ньому. У кліматичному вираженні для дрібних і середніх міст помірної зони контраст температури місто-передмістя становить величину 12°C в середньому за рік.

На формування міського клімату впливають:

- прямі викиди тепла і радіаційний режим атмосфери;
- пилогазові викиди промислових підприємств і транспорту;
- теплопровідність покриттів (дахів, стін будівель, мостових), малої проникності підстильної поверхні сприяє стрімкому стоку атмосферних опадів;
- пересічність місцевості створюється різноповерховою забудовою оселища;
- величезна частина вертикальних поверхонь, що призводить до взаємного затінення будинків і споруд на тлі рівнинного рельєфу.

Перераховані фактори діють комплексно і неоднаково в різних умовах клімату, погоди і особливостей міської території.

Сонячна радіація в умовах великих індустріальних центрів є зниженою в результаті зменшення прозорості повітря завдяки великому обсягу антропогенних викидів частинок пилу і аерозолів, а також щільної висотної забудови в тісних вулицях. З іншого боку, в місті до розсіяної радіації додається радіація, відбита стінами і мостовими. Цією обставиною зумовлено почуття спеки і духоти, характерне для міст влітку. Через забрудненість повітряного басейну в містах знижується результативне випромінювання і, відповідно, нічне охолодження.

Шкідливі мікрокліматичні умови викликають зміни теплового стану організму: виражені загальні і/або локальні дискомфортні тепловідчуття, значне

напруження механізмів терморегуляції, зниження працездатності. При цьому не гарантується термостабільність організму людини і збереження його здоров'я. Ступінь шкідливості мікроклімату визначається як за величинами його складових, так і тривалістю їх впливу.

До основних перспективних методів зменшення температурних контрастів у системі міських «островів тепла» слід віднести: горизонтальне і вертикальне озеленення житлових мікрорайонів та промислових зон; перерозподіл транспортних потоків у населених пунктах та створення мінізон, вільних від автотранспорту; зміна властивостей поверхні для збільшення її альбедо; теплоізоляція приміщень та споруд.

Література

1. Кучерявий В.П. Урбоекологія, фітомеліорація: витоки і шляхи розвитку. Науково-технічний журнал. № 2(4). 2011. С. 25–30.
2. Гребенюк Н.П., М.Б.Барабаш Про зміни температури повітря в містах України у процесі урбанізації. Наук. праці УкрНДГМІ., Вип. 253 – 2004. С. 148–154.

ВІДХОДИ МІСЬКИХ СИСТЕМ ЯК ДЖЕРЕЛО ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ

БОЙЦУН О. Б., ПРИХОДЬКО В. Ю.

Одеський державний екологічний університет

yks26@ua.fm

До відходів міських систем (ВМС) будемо відносити побутові відходи (а також близькі до них за складом відходи підприємств, установ та організацій), промислові відходи та відходи систем міського життєзабезпечення (садово-паркові відходи та осадки з очисних споруд). Тобто це відходи виробництва та споживання. Зазначимо також, що у випадку міських систем потоки відходів спрямовані із системи, тобто кінцеве забруднення відходами відбувається за межами урбанізованої території. З іншого боку, міські системи є об'єктами впровадження систем ефективного поводження з відходами різних рівнів – від окремих підприємств чи територіальних об'єднань до загальноміського рівня – отже, здатні впливати на величину потоку відходів. Така компенсаційна особливість дає змогу знизити вихідний потік відходів або зумовити емісію відходів у міську систему, тобто привносити відходи з навколишніх систем (це

можуть бути інші міста, місця видалення відходів, промислові підприємства, розташовані за межами міської межі) [1].

ВМС є «сировиною» для утворення парникових газів (ПГ) антропогенного походження. А їх кількість та асортимент буде залежати від методів поводження з відходами. Оцінка емісії ПГ за різних методів поводження з відходами визначається в Національному Кадастрі антропогенних викидів із джерел та абсорбції поглиначами парникових газів в Україні (за різні роки), наприклад, за 2021 рік [2]. Основні процеси в секторі «Відходи», для яких проводиться інвентаризація викидів ПГ [2]: видалення відходів, біологічна обробка відходів, інсинерація і відкрите спалювання відходів, очищення і скид стічних вод.

За даними Національного Кадастру [2], у 2021 р. на частку сектору «Відходи» припало 3,7% від загальних викидів ПГ і 19,3% – метану. Викиди сектору «Відходи» за період 1990–2021 р. знизилися на 2,3%, але це, вочевидь, незначне коливання, спричинене зменшенням обсягів утворених відходів, осадів стічних вод та видобутком біогазу з окремих полігонів, а також перерахунком за базовий рік (так, у 2007 р. визначено, що надходження ПГ за сектором «Відходи» склало 8,4 млн. т. CO₂-екв, у 2013 р. – 11,6 млн. т. CO₂-екв, а у 2021 р. – 12,4 млн. т. CO₂-екв).

Проаналізуємо викиди окремих ПГ в секторі «Відходи» за різних методів поводження з ВМС (за матеріалами Кадастру [2]). Результати представлені в табл. 1.

Таблиця 1 – Викиди ПГ за різних методів поводження з відходами та стічними водами міст

Метод поводження з ВМС	Утворення ПГ	Динаміка викидів ПГ 1990–2021 рр.
Видалення (63,3%)	<u>CH₄</u> , CO ₂ , N ₂ O, НЛОС	↑ на 15,1%
Спалювання (0,17%)	<u>CO₂</u> , <u>N₂O</u> , <u>CH₄</u> , C _m H _n	↓ на 49,7%
Компостування (0,13%)	CO ₂ , <u>N₂O</u> , <u>CH₄</u> , H ₂ O, C _m H _n	↓ на 64,2%
Очищення і скид стічних вод (36,4%)	<u>N₂O</u> , <u>CH₄</u> ,	↓ на 24,2%

Примітка. Підкреслені речовини, викид яких розраховується у Кадастрі

Як бачимо з табл. 1, при поводженні з відходами утворюються різні ПГ, які відрізняються парниковим потенціалом. Наприклад, 1 т CH₄ еквівалентна 21 т CO₂, а 1 т N₂O – 298 т CO₂. Зазначимо, найбільшими «виробниками» ПГ є видалення відходів та очищення і скид стічних вод. Місця видалення відходів міста є основним джерелом утворення ПГ, який має позитивну динаміку

зростання кількості викидів у часті. Утворення ПГ від спалювання та компостування досить незначне через малу поширеність цих методів поводження з ТПВ.

Якщо розглянути більш детально місця видалення ВМС як джерело емісії ПГ, то кількість метану, який утворюється при захороненні побутових відходів, залежить від ряду чинників: морфологічний склад відходів, а також умови захоронення відходів (природні і технічні). Наприклад, місця видалення в залежності від глибини захоронення та технологічних особливостей складання відходів, будуть генерувати різну кількість метану (найбільше – у випадку глибоких керованих полігонів відходів, де створені умови для генерації метану, найменше – на неглибоких (до 5 м) некерованих звалищах).

Отже, міста як складні системи продукують потоки відходів життєдіяльності, які є джерелом утворення ПГ – органічна складова побутових відходів, стічні води та осадки.

Література

1. Кориневская В.Ю., Шанина Т.П. Отходы городских систем как потенциальный ресурс и источник загрязнения окружающей природной среды. Вісник Одеського державного екологічного університету. 2011. Вип. 11. С. 27–34
2. The Ukraine's Greenhouse Gas Inventory Report 1990–2021 (draft) / Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine. Kyiv, 2023. 567 p. URL: https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/03/Kadastr_2023.pdf.

АНАЛІЗ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ СТРАТЕГІЇ ЗІ СКОРОЧЕННЯ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ

ГАНОШЕНКО О. М.^{1,2}, ГАНОШЕНКО Г. В.¹

¹Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»,

²ВOKU-University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna,

elena.ganoshenko26@gmail.com

У шостому звіті [1] Міжурядової групи експертів з питань зміни клімату (ІРСС) визначено, що метан (CH₄) є парниковим газом, вплив 1 т викидів якого перевищує вплив 1 т викидів діоксиду вуглецю (CO₂) у 27–30 разів при розрахунку на 100 років. Якщо розглядати його вплив протягом 20 років,

коефіцієнт потенціалу глобального потепління метану ще вищий і становить 80–83. Тобто тонна метану за 20 років нагріває атмосферу у 83 рази більше, ніж тонна вуглекислого газу. У зв'язку з цим, питання скорочення викидів та витоків метану в енергетичному, нафтогазовому та вугільному секторах економіки є надзвичайно актуальним.

Згідно з дослідженням Global Carbon Project [2], проведеним у 2020 році, концентрація метану в атмосфері на 150% вища ніж у доіндустріальний період. Відповідно до інформації Національного управління океанічних і атмосферних досліджень США (NOAA), незважаючи на економічний спад та певні кліматичні «покрощення», спричинені пандемією COVID-19, рівень викидів діоксиду вуглецю та метану продовжував зростати у 2020 році.

Тому питання негативних кліматичних наслідків від викидів метану викликає увагу міжнародних організацій. Так, у травні 2021 року Програма ООН з охорони навколишнього середовища (UNEP) та Коаліція з питань клімату та чистого повітря (CCAC) опублікували звіт щодо глобальних викидів метану [3], де наголошується на необхідності впровадження термінових заходів для їх скорочення. Згідно зі звітом, скорочення техногенних викидів метану на 40% до 2030 року сприятиме досягненню цілей Паризької угоди, а також матиме позитивний вплив на здоров'я, розвиток і продовольчу безпеку [4].

Тому уряди промислово розвинутих країн почали розробляти заходи щодо скорочення викидів метану в атмосферу. В рамках програми США Natural Gas STAR Program [5], були ідентифіковані основні технічні рішення та технології, спрямовані на скорочення втрат метану під час транспортування природного газу в мережах. Важливим фактом є те, що у світі активно розвиваються технології супутникового моніторингу витоків метану, які дозволяють проводити моніторинг більш якісно, регулярно, а також з охопленням більших територій.

Якщо розглядати стратегію Європейського Союзу зі скорочення викидів парникових газів у розрізі правового поля, то зараз ЄС має заплановані показники скорочення викидів парникових газів до 2030 року, антропогенні викиди охоплюються обов'язковими національними цілями згідно з Регламентом (ЄС) 2018/842. Також, відповідно до пакету пропозицій «Fit for 55» (липень 2021 р.) Єврокомісії, запропоновано встановлення обов'язкового щорічного скорочення викидів парникових газів для кожної країни ЄС з 2021 по 2030 рік в межах змін до Регламенту щодо розподілу зусиль.

У жовтні 2020 року Європейська Комісія представила окрему Стратегію

ЄС [6] зі скорочення викидів метану (далі – Стратегія), задля досягнення цілей на глобальному рівні. Стратегія відповідає цілям Європейської зеленої угоди щодо досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року. Запропоновані заходи сприятимуть зусиллям ЄС щодо скорочення викидів вуглекислого газу, а також прагненню ЄС досягти нульового забруднення та безпечне довкілля.

Зазначимо, що Стратегія зосереджена як на скороченні викидів метану в ЄС, так і на вирішенні проблеми викидів, пов'язаних з поставками з інших країн. Наприклад, ЄС є найбільшим імпортером природного газу, але більшість викидів, пов'язаних з імпортом цього палива, відбувається ще до етапу постачання. І хоча країни ЄС разом продукують лише 5% світових викидів метану, вони можуть використовувати свою позицію як найбільшого у світі імпортера викопного палива та сильного гравця в сільськогосподарському секторі для підтримки дій країн торгових партнерів.

Стратегія визначає вдосконалення систем вимірювання та звітності щодо викидів метану, як один із пріоритетів глобальної міжгалузевої співпраці. Наразі, рівень моніторингу різниться між секторами, державами-членами ЄС і на глобальному рівні. З цієї причини Європейська комісія підтримує створення міжнародної обсерваторії з викидів метану разом із заходами на рівні ЄС для посилення стандартів моніторингу, звітності та перевірки викидів спільно з UNEP, CCAC та MEA.

Зазначається, що такий центр спостережень спершу охоплюватиме моніторинг викидів метану від видобувної діяльності – нафтового та газового секторів, за вже розробленими надійними технологіями і за допомогою розширеної ініціативи Oil and Gas Methane Partnership (OGMP). Наступним кроком планується розширення моніторингу на вугільний сектор, сільське господарство та сектор відходів, як тільки для них будуть розроблені порівняно надійні методології моніторингу та звітності.

Таким чином, на початку 2021 року UNEP за підтримки програми ЄС Horizon 2020 і відповідно до Стратегії створила Міжнародний центр спостережень за викидами метану (IMEO). З огляду на брак даних та інформації про викиди метану через відсутність єдиної методології вимірювання таких викидів, IMEO буде виконувати наступні функції: – збиратиме та перевірятиме дані, звітність компаній та країн, щоб надати міжнародному співтовариству більш глибоке розуміння проблеми глобальних викидів метану; – замовлятиме дослідження щодо вимірювання викидів метану у виробничих ланцюгах

вугільного та нафтогазового секторів, що дозволить отримати більш точні дані та удосконалити методи вимірювання. Це у свою чергу дозволить урядам, бізнесу та іншим зацікавленим сторонам визначати пріоритети щодо своєї політики та майбутніх заходів; – створюватиме спільноту вчених у країнах, що розвиваються, задля напрацювання світового досвіду та спроможності вимірювання викидів метану, зокрема від енергетичного сектору; – працюватиме з урядами з питань управління викидами метану для досягнення цілей Паризької угоди.

Стратегією передбачається також підтримка у межах міжсекторального співробітництва для пришвидшення розвитку ринку біогазу зі сталих джерел, таких як органічні та рослинні відходи. Єврокомісія запропонує пілотний проєкт для підтримки місцевих громад та доступі до фінансів для реалізації проєктів з виробництва біогазу із сільськогосподарських відходів. Оскільки, за даними Європейського агентства з навколишнього середовища, 53 % антропогенних викидів метану в ЄС надходять з аграрного сектору, 26 % – із сектору відходів та 19 % – із енергетичного сектору, положення Стратегії зосереджені саме на цих секторах.

Література

1. IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. In Press. URL: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM_final.pdf
2. Complete details on the inputs and methodologies used in this analysis are fully described in U.S. EPA's report Global Mitigation of Non-CO2 Greenhouse Gases: 2010 – 2030. URL: <https://www.globalmethane.org/documents/gmi-mitigation-factsheet.pdf>
3. Global Methane Assessment (full report). URL: <https://www.ccacoalition.org/en/resources/global-methane-assessment-full-report>
4. Global Assessment: Urgent steps must be taken to reduce methane emissions this decade. URL: <https://www.ccacoalition.org/en/news/global-assessment-urgent-steps-must-be-taken-reduce-methane-emissions-decade>
5. EPA's Voluntary Methane Programs for the Oil and Natural Gas Industry. URL: <http://www.epa.gov/gasstar/>
6. Reducing greenhouse gas emissions: Commission adopts EU Methane Strategy as part of European Green Deal. URL: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_20_1833

THE IMPACT OF COMPOSTING ON CLIMATE CHANGE

DZHAFAROVA V. R.

Sumy State University

jafarovav62@gmail.com

Currently one-third of all food produced is being wasted (equivalent to 10% of global GHG emissions). Preventing food waste could cut overall global GHG emissions by 2–5%. When food is discarded, all inputs used in producing, processing, transporting, preparing, and storing discarded food are also wasted. Food loss and waste also exacerbates the climate change crisis with its significant greenhouse gas (GHG) footprint. Production, transportation, and handling of food generate significant Carbon Dioxide (CO₂) emissions and when food ends up in landfills, it generates methane, an even more potent greenhouse gas. Composting can save methane emissions from landfills by 78% [1].

The connection between food loss and waste and climate change is increasingly recognized as important and so is the link between climate change and agriculture and sustainable development.

Proper composting of the organic waste we generate in our daily can reduce the dependence on chemical fertilizers, help recover soil fertility, and improve water retention and the delivery of nutrients to plants. Separate collection of organic waste, composting, mechanical-biological treatment of residual waste, and biologically active landfill cover can reduce methane emissions by an average of 95%.

More broadly, by reducing food waste, composting also helps to reduce greenhouse gas emissions that affect climate change. Food loss and waste generate an estimated 8–10% of global greenhouse gas emissions while using land and water resources increasingly put pressure on biodiversity.

Composting benefits the soil quality by increasing nutrient storage capacity, biochemical properties, crop production, and water retention; this also prevents floods, mudslides, and loss of food crops [2].

References

1. Rincón, C. A.; De Guardia, A.; Couvert, A.; Soutrel, I.; Guezel, S.; Le Serrec, C. Odor generation patterns during different operational composting stages of anaerobically digested sewage sludge. *Waste Manag.* 2019, 95, 661– 673, DOI: 10.1016/j.wasman.2019.07.006
2. Beylot, A.; Vaxelaire, S.; Zdanevitch, I.; Auvinet, N.; Villeneuve, J. Life Cycle Assessment of mechanical biological pre-treatment of Municipal Solid Waste: a case study. *Waste Manag.* 2015, 39, 287– 294, DOI: 10.1016/j.wasman.2015.01.033

АНАЛІЗ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ НА МІСЦЕВОМУ РІВНІ В КОНТЕКСТІ ЗМІНИ КЛІМАТУ

КОРОБКІНА О. Ю., ХАНДОГІНА О. В.

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

Korobkina.Olena@kname.edu.ua , olga.khandogina@kname.edu.ua

Зміна клімату є однією з найбільш актуальних проблем сучасності. Її вплив на навколишнє середовище, зокрема на системи управління відходами на місцевому рівні, стає все очевиднішим. У даній публікації проведено аналіз взаємозв'язку між тенденціями зміни клімату та методами управління відходами, застосовуваними в населених пунктах, та розглянуто можливі шляхи зменшення впливу сектору управління відходами на викиди парникових газів.

Зміна клімату є науково обґрунтованим фактом та має серйозні наслідки для всієї біосфери. Зокрема, проявляється у збільшенні температури, зміні кількості опадів, підвищенні рівня моря та інших явищах [3]. Ці тенденції необхідно враховувати при розробці та вдосконаленні систем управління відходами.

Причинами збільшення обсягів муніципальних відходів є не лише збільшення населення, але й збільшення обсягів утворення на одну особу, обумовлені інтенсивним розвитком індустрії, будівництва та споживчої діяльності, все це створює серйозні труднощі у справі їх управління та перероблення [2], появою синтетичних матеріалів, що мають довгий термін розкладання, культурою споживання тощо.

Основні методи поводження з відходами, такі як захоронення та спалювання, призводять до значного виділення газів, які роблять вклад в зміну клімату, такі як метан, вуглекислий газ. Метан утворюється під час розкладання органічних відходів у місцях складування, тому їх захоронення сприяє глобальному потеплінню. Крім того, транспортування відходів також призводить до додаткових викидів через використання пального.

Компостування є більш екологічно чистим методом обробки органічних відходів, який сприяє зменшенню викидів. Під час компостування відбувається процес природного розкладання, що не призводить до значного виділення

метану. Такий метод сприяє збереженню ґрунтового покриву та водних ресурсів, а також зменшує потребу у виробництві синтетичних добрив.

Під час операцій з управління відходами на полігонах розрізняють, зокрема, такі типи викидів парникових газів [1]:

– прями (викиди чи уникнення викидів, безпосередньо пов'язані з активністю на полігоні та розкладанням відходів);

– непрямі (викиди чи уникнення викидів, які пов'язані з захороненням відходів, але відбуваються на інших територіях, а саме:

- *пов'язані з виробництвом матеріалів та електроенергії*, що використовуються на полігоні, забезпечення паливом, будівництво об'єктів в місцях захоронення відходів;

- *компенсація виробництва енергії*, замінена енергією, отриманою від процесу захоронення відходів, наприклад, у вигляді електроенергії, можливо, тепла або чистого біогазу, доставленого та перетвореного на інших об'єктах за межами полігону.

Розглядаючи зв'язок зміни клімату та системи управління відходами, не варто забувати, що зміна клімату може значно погіршити умови для функціонування систем управління відходами в містах та малих населених пунктах. Зростання екстремальних погодних явищ, таких як повені та засухи, може ускладнити збір та обробку відходів. Інфраструктура для компостування, захоронення та інших методів управління може бути вразливою до зміни клімату, що призводить до неефективності цих систем. Ці аспекти потребують подальших досліджень та розробки методології оцінки вразливості для забезпечення надійного функціонування систем управління відходами на різних рівнях. Для зменшення впливу сектору управління відходами на викиди парникових газів, важливо розвивати та впроваджувати інноваційні підходи. Серед них можна виділити впровадження компостування на рівні громад, підвищення рівня перероблення відходів, систему сертифікації «Zero Waste City», фінансове стимулювання зменшення утворення відходів та розширену відповідальність виробників.

Література

1. Manfredi S., Tonini D., Christensen T.H., Scharff H. Landfilling of waste: accounting of greenhouse gases and global warming contributions. *Waste Management & Research*, Vol. 27. 2009. P. 825–836. DOI: 10.1177/0734242X09348529

2. Municipal Solid Waste in Ukraine: Development Potential: Final Report. International Finance Corporation, 2019. 101 p. URL: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/839801556599035128/pdf/Municipal-Solid-Waste-in-Ukraine-Development-Potential.pdf>
3. Ukraine: Building Climate Resilience in Agriculture and Forestry. World Bank. 2021. 173 p. URL: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/893671643276478711/pdf/Ukraine-Building-Climate-Resilience-in-Agriculture-and-Forestry.pdf>

ВПЛИВ ЗМІН ОТОЧУЮЧОГО СЕРЕДОВИЩА НА ВНУТРІШНІ МІКРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ПРИМІЩЕНЬ

ЛЕВАШОВА Ю. С., ЧЕРЕВАТЕНКО О. В.

*Харківський національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова
Levaschovajulia@gmail.com*

Зміни в зовнішньому складі повітря урбанізованих територій має своє відображення на формуванні мікрокліматичних умов приміщень, розташованих на цих територіях.

Урбанізовані території, що характеризуються наявністю щільної мережі автомобільних доріг та скупченням промислових підприємств, мають вищі концентрації забруднюючих речовин включно із вуглекислим газом в повітрі. Тому для таких районів характерний підвищений вміст CO₂, а для зон зі сприятливим екологічним середовищем – навпаки, нормальний вміст є значно меншим. Норма рівня двоокису вуглецю в приміщенні перевищує вуличні значення приблизно в 1,5 рази, а інколи і більше (до 600 ÷ 1500 ppm) [1].

Серед хімічних складових повітря в приміщенні CO₂ має велике гігієнічне значення. За вмістом діоксиду вуглецю, судять про чистоту повітря в житлових та громадських будівлях. Значне накопичення цієї сполуки в повітрі закритих приміщень вказує на санітарне неблагополуччя приміщення (скупченість людей, погана вентиляція), які призводять до ацидоза – процесу окислення крові, завданий підвищенням концентрації CO₂ у повітрі, що потрапляє в організм. Якість повітря може бути оцінена в будівлях, де люди є основним джерелом забруднення, шляхом вимірювання середньої концентрації CO₂ в будівлі, коли будівля є повністю зайнятою. Це також може бути виконано на характерних зразках повітря приміщення чи вимірюванням концентрації у повітрі, що

випускається відповідно до ДСТУ Б EN 15251:2011[2].

Метою даного теоретичного дослідження є вивчення та аналіз законодавчих вимог нашої країни та досвіду інших держав стосовно нормування концентрації CO₂ в офісних та учбових приміщеннях.

Мікроклімат у приміщенні визначається санітарно-гігієнічними нормами. Вимоги для забезпечення нормованих параметрів повітря приміщень викладені у ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція, кондиціювання» [3].

Діоксид вуглецю разом з оксидами азоту, оксидом вуглецю, діоксидом сірки та легкими органічними сполуками є типовою забруднюючою речовиною, яка підлягає врахуванню під час проектування систем вентиляції та кондиціювання повітря. Що більше вуглекислого газу у повітрі, то важче зосередитися та виконати розумове навантаження. Знаючи про це, уряд США рекомендує навчальним закладам підтримувати рівень CO₂ не вище ніж 600 ppm

Натурні дослідження, проведені в Німеччині, показали, що більшу частину навчального періоду кількість вуглекислого газу у повітрі перевищує 1500 ppm, а інколи наближається до 2500 ppm [4]. Саме тому контролювати рівень вуглекислого газу в приміщенні відповідно до санітарно-гігієнічних норм є важливою задачею, вирішення якої впливатиме на продуктивність праці та самопочуття людей, що знаходяться в цьому приміщенні.

Проведений аналіз правового поля, стосовно концентрації діоксиду вуглецю в інших країнах дозволяє зробити висновки про нагальність цієї проблеми. Згідно стандарту EN 13779:2004. Ventilation for non-residential buildings – Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems, повітря в приміщенні має чотири класи якості : IDA1, IDA2, IDA3, IDA4.

В США діє стандарт The NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards. Базою для нього послужив Закон про безпеку та охорону праці. NIOSH встановлює REL 5000 ppm для 8-годинного TWA та STEL 30,000 ppm для захисту працівників від переживання метаболічних та дихальних змін, які становлять істотні порушення здоров'я, які пов'язані з підвищеним короткострокової експозиції CO₂. Агентство робить висновок, що додавання цього ліміту суттєво зменшить ризик, пов'язаний з високим короткостроковим впливом CO₂, який можливий при відсутності STEL.

Контроль рівня діоксиду вуглецю дуже важливий, для нормального самопочуття людини. У великих кількостях він може суттєво впливати на здоров'я, мати вплив на розумову активність і на концентрацію уваги, найбільш

важливо це у офісах та навчальних закладах. Якість повітря в таких місцях повинна бути дуже високою. Таким чином, питання контролю якості повітря у внутрішньому середовищі не втрачає своєї актуальності з часом, тому що мікроклімату приміщень належить ключова роль, так як протягом дня головну частину свого часу люди проводять вдома, на роботі або в школі.

Література

1. ДСТУ Б EN 15251:2011 Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики (EN 15251:2007, IDT) [Чинний від : 2013-07-01], Київ Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. 2012. 71 с.
2. Державні будівельні норми. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція, кондиціонування» Київ. Мінрегіон України. 2013. 197с.
3. Левашова Ю.С., Косенко Н.А., Лебедева О.С. Дослідження параметрів мікроклімату приміщень великого скупчення людей. Науковий вісник будівництва – Х.: ХНУБА, ХОТБ, АБУ, 2018. Вип.4(94) .С 251–257.

ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА УРБОСИСТЕМИ

МАГОМЕДШАПІЄВА А. М., КЛЕЄВСЬКА В. Л.

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського

«Харківський авіаційний інститут»

a.m.magomedshapiyeva@student.khai.edu

Зміни клімату, зокрема, глобальне потепління, стали однією з основних глобальних екологічних проблем людства, тобто проблем, пов'язаних з відхиленням від встановлених рівнів рівноваги підсистем біосфери, коли їх здатність до відновлення і саморегуляції втрачається [1]. Зміни клімату – довгострокові зміни температури (в основному в нижньому шарі атмосфери) та інших метеорологічних характеристик. Глобальні зміни кліматичних умов на Землі відбуваються зараз дуже швидкими темпами, що пов'язано з природними та антропогенними причинами (спалювання викопного палива, зміни методів і способів землекористування, стрімке пришвидшення урбанізації). Зміни клімату негативно впливають на економіку країн, а також на стан здоров'я людей.

Непередбачуваність погодних умов загрожує стабільності виробництва продовольства, збільшується ризик виникнення природних катастроф.

Значний вплив змін клімату пов'язаний з містами, де зосереджено 75–80 % населення Землі, а також відбувається до 75 % глобальних викидів CO₂, одного з парникових газів. Одна з основних рис урбанізації – це концентрація значної кількості населення у великих містах і постійне зростання цього показника. Під час формування урбанізованого середовища відбуваються докорінні зміни у всіх компонентах природного середовища: атмосфері, кліматі, рослинному покриві, ґрунтах, тваринному світі, поверхневій гідросфері, гідродинамічному стані території. Чим більшими є розміри міста, час його існування та ступінь розвитку промисловості, тим більш істотними будуть зміни в його природному середовищі.

Для великого міста характерними є такі мікрокліматичні риси:

- зміни термічного режиму і формування в місті так званого острова тепла;
- наявність специфічної циркуляції;
- зміна вітрового режиму;
- зниження відносної вологості (формування сухого острова);
- особливості у формуванні режиму хмарності над окремими частинами міста;
- зростання кількості опадів та повторюваність туманів;
- зменшення тривалості залягання снігового покриву.

Негативні наслідки урбанізації в поєднанні з кліматичними змінами у містах здатні спричинити загрозу екологічній, економічній та соціальній стабільності в світі [2]. Зміна клімату призводить до виникнення у містах специфічних проблем, які є нехарактерними для інших типів населених пунктів. Можуть виникати як прямі (фізичні) ризики, зокрема, підтоплення, аномальна спека, підсилена мікрокліматичними особливостями міста, так і непрямі ризики, що пов'язані з порушенням нормального функціонування окремих систем міста та складнощами у наданні базових послуг населенню, наприклад, водопостачання, енергозабезпечення, міського транспорту.

В містах можуть проявлятися такі негативні наслідки зміни клімату:

- тепловий стрес;
- підтоплення;
- зменшення площ та порушення видового складу міських зелених зон;
- стихійні гідрометеорологічні явища;

- зменшення кількості та погіршення якості питної води;
- зростання кількості інфекційних захворювань та проявів алергії;
- порушення нормального функціонування енергетичних систем міста.

Однією з причин теплового стресу в містах є формування острова тепла через переважання на їх території штучних підстиляючих поверхонь, що мають нижче значення альbedo, ніж у природних. Відповідно, ці поверхні швидше нагріваються та повільніше охолоджуються. Зелені насадження зменшують ризик настання теплового стресу у населення міст, знижуючи локальну температуру повітря. Наявність у місті потужних промислових підприємств підвищує ймовірність виникнення теплового стресу. Одним з важливих чинників при оцінці вразливості міста до теплового стресу є структура його населення. Найбільш вразливими групами населення за фізіологічними показниками є діти, люди похилого віку, а також ті, що страждають на хронічні захворювання (в основному, серцево-судинної системи), за соціально-економічними показниками – мало забезпечені верстви населення.

Підтоплення міста може бути спричиненим випаданням значної кількості опадів за короткий термін часу, швидким таненням великої кількості снігу, підняттям рівнів води у водоймах, що розташовані в місті, а для міст на узбережжі – сильними штормами із високими хвилями та підняттям рівня моря. Вразливість міст до підтоплення збільшується при наявності значних площ території, які можуть потрапити в зону затоплення, а також при великій кількості населення, що проживає на таких територіях і потребуватиме евакуації у разі виникнення стихійного лиха.

Вразливість зелених зон міста до кліматичних змін обумовлена низькою якістю атмосферного повітря. Підвищена запиленість повітря, наявність у ньому оксидів азоту, двоокису сірки, оксиду вуглецю та інших забруднювальних речовин стримує нормальний ріст і розвиток зелених насаджень, провокує хвороби рослин.

Стихійні метеорологічні явища – це явища погоди, які за кількісними показниками, тривалістю та територією розповсюдження несуть загрозу для населення, порушують функціонування або пошкоджують об'єкти господарського фонду країни, завдають шкоди довкіллю [3]. Прояв стихійних гідрометеорологічних явищ спричинює перебої у нормальному функціонуванні інфраструктури міста, руйнування та інші негативні наслідки.

Зростання зимових температур повітря в містах призводить до покращення умов перезимівлі збудників інфекційних захворювань та паразитів, що збільшує кількість інфекційних хворих, а зниження імунітету міських жителів через низьку якість атмосферного повітря, постійні стреси тощо спричинює схильність до алергії. У малозабезпечених верств населення додатковими чинниками ослаблення імунітету є неналежні умови проживання, погане харчування, відсутність повноцінного відпочинку.

Негативний вплив кліматичних змін на енергетичну систему міст може проявлятися у зростанні попиту на електроенергію (для обігріву у зимовий період та для кондиціювання – в літній), порушенні нормального енергопостачання під впливом стихійних гідрометеорологічних явищ, аварійній зупинці теплових та атомних електростанцій через підвищення температури повітря, порушенні нормального функціонування гідроелектричних станцій внаслідок зниження об'єму стоку річок.

Значна концентрація населення в містах, наявність великої кількості житлових та нежитлових будівель і споруд, розвинена промисловість є основними причинами вразливості урбосистем до кліматичних змін, які стали глобальною проблемою в сучасному світі. Вирішення цього питання має стати комплексним і загальносуспільним завданням. Врахування інформації про зміни клімату в містобудівні плани, застосування природних та традиційних інженерних підходів, співпраця урядових і громадських організацій, використання досвіду інших населених пунктів може бути ефективним шляхом подолання цієї проблеми.

Література

1. Екологічні глобальні проблеми. Енциклопедія сучасної України. URL: <https://esu.com.ua/article-18692>.
2. Зміна клімату. Оцінка вразливості міста до кліматичної зміни. URL: <https://naurok.com.ua/urok-zmina-klimatu-ocinka-vrazlivosti-mista-do-klimatichno-zmini-293279.html>.
3. Настанова з метеорологічного прогнозування. URL: https://www.meteo.gov.ua/f/pro_nas/normativni_akt/Nastanova%20z%20meteoprognozuvannya.pdf.

ОЦІНКА БІОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ М. ОДЕСА НА ПРИКЛАДІ ВАГОВОГО ВМІСТУ КИСНЮ В АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ

СКАЛОЗУБ М. Ю., ГРАБКО Н. В.

Одеський державний екологічний університет

grabkonatalyavikt@gmail.com

Кисень представляє собою другий за кількісним вмістом газ атмосферного повітря, який відіграє велику роль у багатьох біосферних процесах, а також є критично необхідним для процесу життя на Землі. А атмосферне повітря є джерелом кисню, необхідного для існування більшості живих організмів.

Коливання вмісту азоту і кисню в атмосферному повітрі незначні й не здійснюють істотного впливу на організм людини. Самопочуття людини визначається не концентрацією кисню в повітрі (не відносною часткою кисню по відношенню до загального газового складу повітря), а його ваговим вмістом в одиниці об'єму (ваговий вміст кисню в повітрі).

Для визначення вагового вмісту кисню в повітрі В.Ф. Овчарова запропонувала визначати за допомогою формули Клапейрона:

$$Ro = \frac{(p-e)m}{k \cdot T} \cdot 0,232, \quad (1)$$

P – атмосферний тиск, Па;

e – парціальний тиск водяної пари в атмосферному повітрі, Па;

m – молярна маса повітря ($m = 28,98$ г/моль – середня молярна маса сухого повітря);;

T – абсолютна температура повітря, К; $T = 273,15 + t^{\circ}$;

K – молярна газова стала, $K = 8,31$ Дж/(моль · К);

0,232 – масова доля кисню в сухому повітрі.

За думкою В. Ф. Овчарової зі зменшенням вагового вмісту кисню в атмосферному повітрі у багатьох людей, які страждають на хронічні захворювання (у першу чергу, серцево-судинної системи) спостерігаються погіршення загального самопочуття, посилення болі різної локалізації.

Ваговий вміст кисню в атмосферному повітрі відносять є одним з різновидів так званих біокліматичних індексів – непрямих індикаторів оцінки

стану довкілля і характеризують у фізичному відношенні його тепловий стан, а також належать до групи патогенності й мінливості клімату.

В медицині розроблена класифікація типів погоди, серед критеріїв якої використаний й ваговий вміст кисню в повітрі. Автори класифікації (Нікберг І.І. та ін.) виділяють три основні типи погоди:

- 1) сприятлива (коливання вагового вмісту кисню не перевищують 5 г/м^3);
- 2) помірно несприятлива (зниження вагового вмісту кисню на $5\text{--}10 \text{ г/м}^3$ при його вмісті менш за $275\text{--}280 \text{ г/м}^3$);
- 3) несприятлива (падіння вагового вмісту кисню до 270 г/м^3 й менш або його зменшення більш, ніж на 15 г/м^3).

Для проведення біокліматичних умов було досліджено ситуацію у літній період 2022 року в м. Одеса. Як вхідні дані були використані щострокові значення температури повітря, атмосферного тиску й відносної вологості повітря у стандартні строки спостережень (00, 03, 06, 09, 12, 15, 18 й 21 години) у період з 1 червня 2022 року по 31 серпня 2022 року. За допомогою формули (1) для кожного строку спостережень були розраховані значення вагового вмісту кисню в повітрі (для визначення парціального тиску водяної пари в атмосферному повітрі були використані формули, запропоновані Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation Всесвітньої метеорологічної організації).

На основі цих значень було розраховано 92 середньодобових значення показника вагового вмісту кисню в атмосферному повітрі, а також 92 значення міждобових коливань показника R_o , які були проаналізовані. Аналіз цих середньодобових значень вагового кисню в повітрі показав, що вони знаходяться в діапазоні $265,7\text{--}276,1 \text{ г/м}^3$. Середнє значення показника за літній період 2022 року складає $270,2 \text{ г/м}^3$. На рис. 1 представлений графік часового ходу показника R_o .

Якщо вважати, що діапазон оптимальних значень вмісту кисню в атмосферному повітрі складає $280\text{--}300 \text{ г/м}^3$, тобто нижня межа цього діапазону – це $275\text{--}280 \text{ г/м}^3$, то нижче цієї межі знаходяться $5,4 \%$ значень (5 значень з 92 розрахованих), усі інші знаходяться нижче за нижню межу і вказують на наявність певних гіпоксичних умов протягом переважаючої частини досліджуваного літнього періоду – $94,6 \%$ випадків.

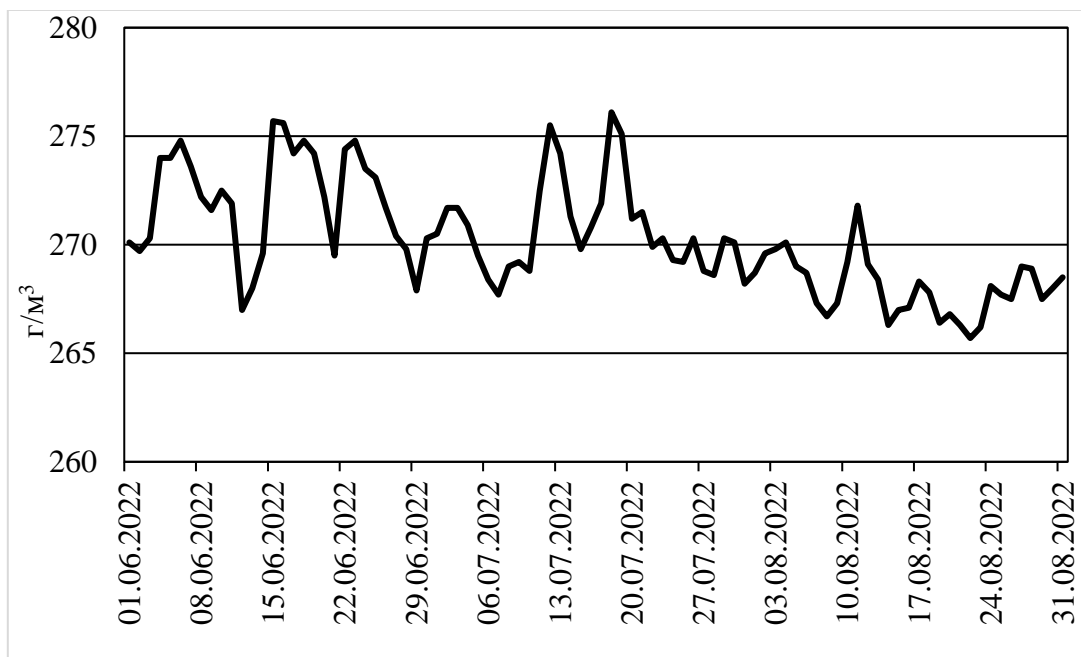


Рисунок 1 – Часовий хід вагового вмісту кисню в атмосферному повітрі м. Одеса у літній період 2022 року

Також було розраховано повторюваність типів погоди за R_o згідно із класифікацією, запропонованою Нікбергом І.І. Результати розрахунків представлені на рис. 2. Можна побачити, що сприятлива погода за цим показником спостерігалася лише у 44,6 % випадків, відносно несприятлива – у 2,2 % випадків і несприятлива у 53,3 % випадків.

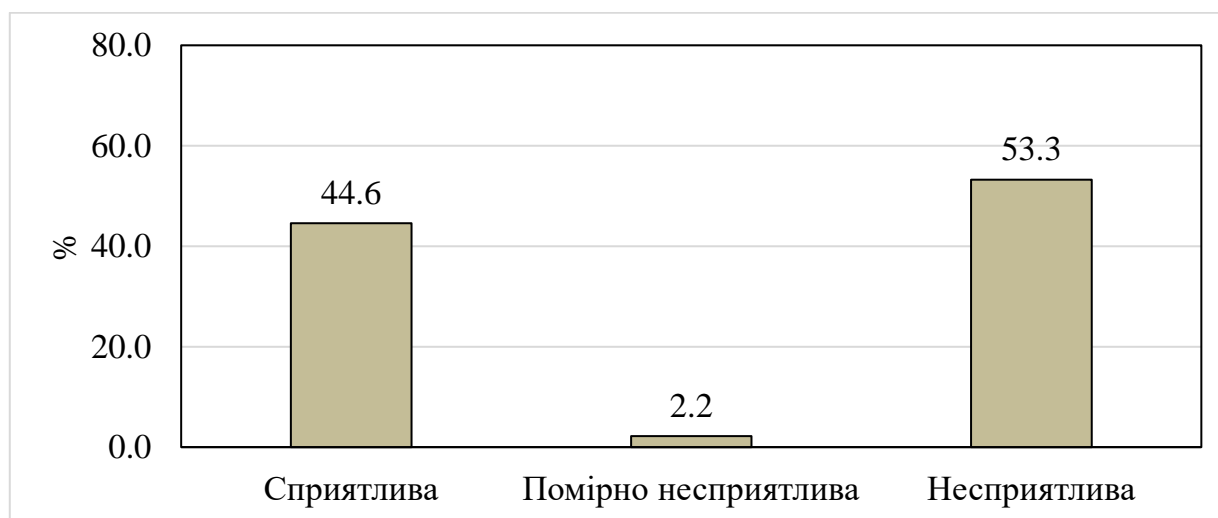


Рисунок 2 – Повторюваність різних типів погоди за ваговим вмістом кисню в атмосферному повітрі м. Одеса у літній період 2022 року

Отже, можна зазначити, що протягом літнього періоду 2022 року згідно із показником вагового вмісту кисню в повітрі переважав несприятливий тип погодних умов. Виникнення цих умов у більшій мірі пов'язано із низькими показниками вмісту кисню (нижче 175 г/м^3 у випадках помірно несприятливої і несприятливої погоди), ніж з високими значеннями міждобового падіння цього біокліматичного показника.

ВИЯВЛЕННЯ СТАЛИХ ТЕПЛОВИХ АНОМАЛІЙ М. МАРІУПОЛЬ ЗА ДАНИМИ ДЗЗ

СУМЯТИНА О. О. МАЦЮК В. О. ГОЛОВЧЕНКО В. В.

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

helya.sumyatina@gmail.com, mava191000@gmail.com, golovchenkov@i.ua

Розбудова міських територій може призводити до збільшення інтенсивності прояву явища «урбанізованих островів тепла» [3]. Це явище полягає в нерівномірному підвищенні температури в міських областях порівняно з навколишніми територіями [2] через великий відсоток забудованої землі, промислове або металургійне виробництво, особливо в порівнянні з навколишніми районами [4].

Визначення локалізації теплових аномалій в межах міста є важливим при ефективному управлінні міськими територіями. Це дозволяє оцінити характер і масштаб впливу промислової зони на прилеглі міські території.

На основі даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) можливо проводити аналіз диференціації температури земної поверхні та виділяти основні площі розповсюдження теплових аномалій на урбанізованій території.

Метою дослідження є виявлення багаторічних закономірностей розподілення температур в місті Маріуполь та визначення області існування стійких температурних аномалій, або «островів тепла».

Для виявлення теплових аномалій міста Маріуполь було використано супутникові знімки Landsat 8–9 за зимовий та літній період 2013–2023 років. Попередню обробку спектральних знімків та розрахунок температури земної поверхні (LST) було проведено на платформі QGIS 3.32.1.

За допомогою «Калькулятора растрів» цифрові дані спектральних знімків були перетворені у значення LST у декілька етапів [1]:

- Визначення показника радіації (Radiance);
- Розрахунок значення температури яскравості (Brightness Temperature);
- Розрахунок вегетаційного індекса NDVI;
- Розрахунок спектрального випромінювання земної поверхні (Emissivity);
- Розрахунок температури земної поверхні (LST):

$$LST = \frac{TB}{[1+(\frac{\lambda \times TB}{c^2}) \times \ln(e)]}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (1)$$

де TB – температурна яскравість;

λ – довжина хвилі випромінювання;

$c^2 = h \times c / s = 1,4388 \times 10^{-2} \text{ мК};$

h – константа Планка – $6,626 \times 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с};$

s – константа Больцмана – $1,38 \times 10^{-23} \text{ Дж/К};$

c – швидкість світла – $2,998 \times 10^8 \text{ м/с};$

e – випромінювана здатність земної поверхні.

З отриманих даних було створено графік середніх, максимальних значень LST за зимовий та літній період 2013–2023 років (рис. 1).

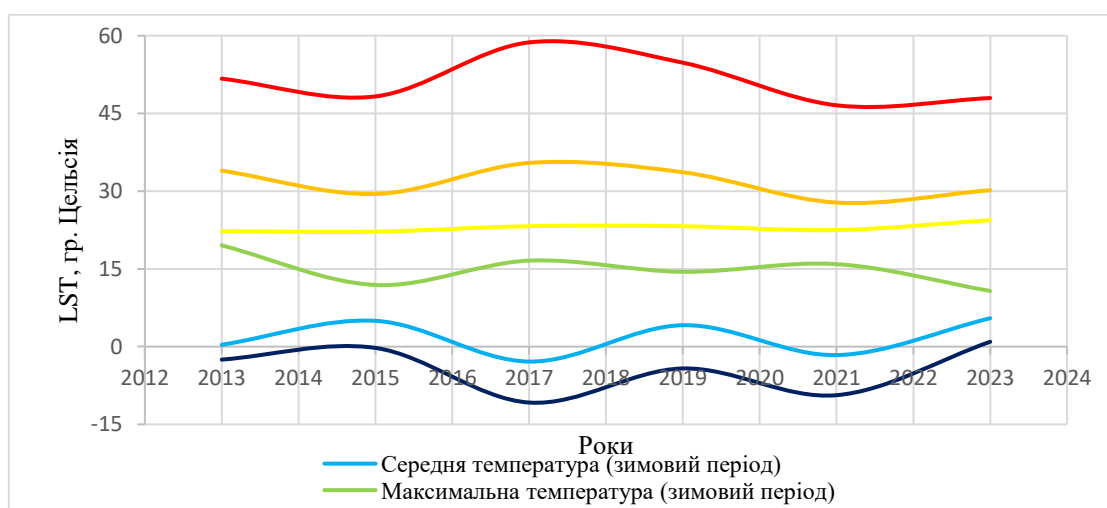


Рисунок 1 – Багаторічна динаміка показників LST у м. Маріуполь

Середня багаторічна LST за зимовий період (грудень–лютий) становить $1,7 \text{ } ^\circ\text{C}$, літній період (червень–серпень) – $31,8 \text{ } ^\circ\text{C}$. Максимальні значення LST за

зимовий період коливаються від 10,7–19,5 °С, а мінімальні – від -10,8 до 0,9 °С. Для літнього періоду ці діапазони становлять 48 – 58,7 °С та 22,2 – 24,4 °С відповідно.

У результаті розрахунку значень LST було отримано підсумкові карти теплових аномалій за зимовий та літній період для міста Маріуполь (рис. 2). З допомогою цих карт було визначено закономірності розповсюдження сталих теплових аномалій. Наприклад, на композитному зображенні за зимовий період можливо виділити точкові об'єкти, що відповідають стійким тепловим аномаліям.

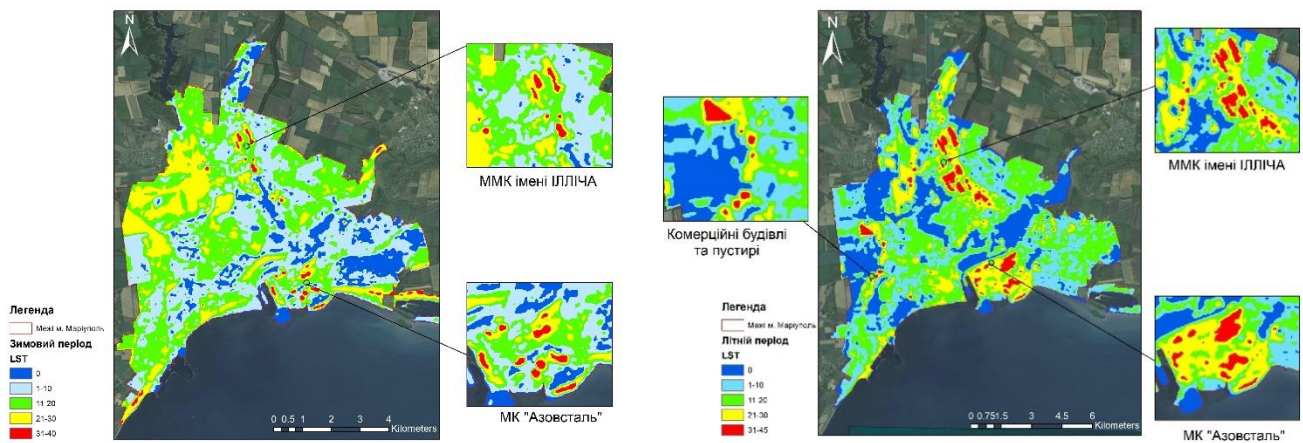


Рисунок 2 – Карти теплових аномалій м. Маріуполь

Більшість крупних температурних аномалій співпадає з розташуванням промислових зон, комерційних будівель та пустирів. Це зумовлено, в першу чергу, наявністю асфальтового покриття та низькою продуктивністю рослинного покриву. Виробництво сталі, а також суміжні технологічні операції є ключовим фактором, що впливає на температурні показники на промислових майданчиках. Це пояснює аномально високі температури взимку, зафіксовані на супутникових знімках у цих зонах та поруч розташованих територіях.

Використання даних ДЗЗ дає змогу дослідити наявність та закономірності розповсюдження теплових аномалій у м. Маріуполь. Визначено, що основними джерелами тепла є ММК ім. ІЛЛІЧА, МК «Азовсталь», комерційні будівлі та пустирі у зв'язку з особливостями підстилаючої поверхні та присутністю великої кількості гарячих викидів в атмосферу.

Література

1. Avdan, U., & Jovanovska, G. (2016). Algorithm for automated mapping of land surface temperature using LANDSAT 8 satellite data. *Journal of sensors*, 2016, P. 1–8.
2. Senanayake, I. P., Welivitiya, W. D. D. P., & Nadeeka, P. M. (2013). Remote sensing based analysis of urban heat islands with vegetation cover in Colombo city, Sri Lanka using Landsat-7 ETM+ data. *Urban Climate*, 5. URL: <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2013.07.004>
3. Wibowo, A., Yusoff, M. M., & Salleh, K. O. (2020). Monitoring urban heat signature and profiles of localized urban environment in the University of Malaya. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 481(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/481/1/012062>
4. Xiong, Q., Chen, W., Luo, S., He, L., & Li, H. (2022). Temporal and Spatial Variation of Land Surface Temperature in Recent 20 Years and Analysis of the Effect of Land Use in Jiangxi Province, China. *Atmosphere*, 13(8). URL: <https://doi.org/10.3390/atmos13081278>

АНАЛІЗ СВІТОВОГО ДОСВІДУ ЕНЕРГОМОДЕРНІЗАЦІЇ ТА ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ СФЕРИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

¹ПОЛИВ'ЯНЧУК А. П., ²АРСЕНЬЄВА О. П., ¹ПЕТРУК Р. В.,
¹ПОЛИВ'ЯНЧУК Н. М., ¹СЕМЕНЕНКО Р. А., ¹ЄФІМОВ О. С.

¹Вінницький національний технічний університет, ²Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
polyvianchuk_a@vntu.edu.ua, olga.arsenyeva@kname.edu.ua,
petrukrv@vntu.edu.ua, polyvianchuk_n@vntu.edu.ua, semenenko_r@vntu.edu.ua,
efimov_os@vntu.edu.ua

Згідно зі звітом International Energy Agency за 2022 рік, світ перебуває у критичному десятилітті для створення більш безпечних, стійких і доступних енергетичних систем. Глобальний підхід до нульових викидів до 2050 року передбачає падіння попиту на вугілля між 2020 і 2050 роками на 90%, на нафту на 75% і природний газ на 55%. Стратегія сталого розвитку енергетики зосереджена на розвитку відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), а також на підвищенні ефективності новітніх технологій. У Європейському Союзі 43% енергії споживається будівельним сектором, викидаючи 36% парникових газів у навколишнє середовище під час виробництва енергії, при цьому міська забудова споживає найбільш енергоресурсів та складає до 43% кінцевої енергії, в той час як 65% цього споживання витрачається на опалення приміщень та гаряче водопостачання [1]. У цьому напрямку Європейська комісія розробила комплексні стратегії впровадження вуглецево-нейтральних будівель до 2050

року, такі як Green Deal [2]. Актуальним завданням сталого розвитку міст є оновлення будинків та їх енергосистем, впровадження нових технологій на основі ВДЕ для опалення та гарячого водопостачання, надійних для всіх регіонів.

Однією з широко використовуваних можливостей зменшення споживання енергії для опалення та охолодження приміщень є зменшення потреби в енергії, наприклад, за допомогою інтелектуальних систем керування температурою в приміщенні [3], використання двостінних фасадів [4] та можливої оптимізації за допомогою Building Information Modelling (BIM) [5]. У цьому процесі виконання інтелектуального енергоаудиту, яке також може бути полегшено за допомогою даних BIM, є корисним і може значно прискорити процес реконструкції існуючих будівель. Однак, аналіз енергоефективності будівель, розташованих у різних регіонах Європейського Союзу, опублікований у [6], виявив різний попит на опалення/охолодження та споживання енергії для регіонів з різним кліматом, що ускладнює узагальнення рекомендацій для всіх кліматичних територій.

Водночас необхідна модернізація існуючої системи опалення з метою зменшення енергоспоживання та декарбонізації. Огляд сучасних технологій, які використовуються в централізованому теплопостачанні та засновані на відновлюваних джерелах енергії, опубліковано в роботі [7]. Визначено, що застосування сонячних і геотермальних джерел разом з тепловими насосами може підвищити ефективність систем централізованого теплопостачання (ЦТ) і знизити викиди парникових газів. Дослідження показали, що перехід до систем централізованого опалення 4-го покоління (4GDH), особливістю якого є використання ВДЕ, може сприяти кращій інтеграції між енергетичними секторами, зменшити втрати в мережі та сприяти інтеграції відновлюваних джерел енергії [8].

Одним із основних критеріїв ефективної модернізації систем опалення будинків є її економічна оцінка та наявні кошти для її впровадження. Встановленню оптимального інвестування при модернізації присвячено обмаль робіт, та дослідження ще тривають. Останні роботи демонструють важливість включення в оптимізацію всього часового горизонту життєвих циклів будівлі [9], це дозволяє забезпечити більш реалістичні шляхи декарбонізації будівель, відображаючи той факт, що інвестиційні рішення можуть прийматися на кількох етапах життєвого циклу будівель, і враховувати цінність інвестиційної гнучкості. Методологія визначення оптимальних стратегій декарбонізації для існуючих районів з урахуванням інвестиційних рішень щодо енергопостачання на рівні

будівлі та модернізації та розширення існуючих систем ЦТ була запропонована в роботі [10]. Моделювання представлено на прикладі двох існуючих досліджуваних районів у місті Кур, Швейцарія, які включають як житлові, так і багатофункціональні споруди. Результати показали, що модернізація є основним фактором витрат будь-якої стратегії декарбонізації. Тому вибір технологій і сам розмір енергетичних систем пропонують кращий вплив на скорочення викидів з помірним збільшенням витрат. Крім того, дослідження демонструють, що поєднання теплових насосів, теплових накопичувачів гарячої води та сонячної фотоелектричної системи є не лише CO₂-оптимальним, але також оптимальним з точки зору витрат для будинків без ЦТ.

Література

1. COM (2020) 662 – Communication from the Commission: Renovation Wave for Europe - greening our buildings, creating jobs, improving lives, Brussels, Belgium, 2020. <https://www.eumonitor.eu/9353000/1/j9vvik7m1c3gyxp/vlcxt8sqp3zo>.
2. European Commission, The European Green Deal, COM (2019) 640 final, Brussels, 11.12.2019. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2019%3A640%3AFIN>.
3. Cholewa T., Siuta-Olcha A., Smolarz A., Muryjas P., Wolszczak P., Guz Ł., Bocian M., Sadowska G., Łokczewska W., Balaras C.A. On the forecast control of heating system as an easily applicable measure to increase energy efficiency in existing buildings: Long term field evaluation, *Energy and Buildings*, 292 (2023) 113174, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.113174>.
4. Aruta G., Ascione F., Bianco N., Iovane T., Mauro G.M. A responsive double-skin façade for the retrofit of existing buildings: Analysis on an office building in a Mediterranean climate, *Energy and Buildings*, 284 (2023) 112850, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.112850>.
5. Seghier T.E., Lim Y.-W., Harun M.F., Ahmad M.H., Samah A.A., Majid H.A., BIM-based retrofit method (RBIM) for building envelope thermal performance optimization, *Energy and Buildings*, 256 (2022) 111693, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111693>.
6. Valančius K., Grinevičiūtė M., Streckienė G., 2022. Heating and Cooling Primary Energy Demand and CO₂ Emissions: Lithuanian A+ Buildings and/in Different European Locations. *Buildings* 12, 570. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings12050570>.
7. Sarbu I., Mirza, M., Muntean, D., 2022. Integration of Renewable Energy Sources into Low-Temperature District Heating Systems: A Review. *Energies* 15, 6523. DOI: <https://doi.org/10.3390/en15186523>.
8. Sorknæs P., Østergaard P.A., Thellufsen J.Z., Lund H., Nielsen S., Djørup S., Sperling K.. The benefits of 4th generation district heating in a 100% renewable energy system, *Energy*, 213 (2020) 119030, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.119030>.
9. Richarz J., Henn S., Osterhage T., Müller D. Optimal scheduling of modernization measures for typical non-residential buildings, *Energy*, 238 (2022) 121871, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121871>.
10. Lerbinger A., Petkov I., Mavromatidis G., Knoeri C. Optimal decarbonization strategies for existing districts considering energy systems and retrofits, *Applied Energy*, 352 (2023) 121863, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.121863>.

ВУГЛЕЦЕВА НЕЙТРАЛЬНІСТЬ – ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД І ПЕРСПЕКТИВИ ДЛЯ УКРАЇНИ

ПЕРЕХОДОВИЧ К. С., ДРОЗД О. М.

Харківський національний університет міського господарства

ім. О. М. Бекетова

kateryna.perekhodovych@kname.edu.ua

У 2015 році на саміті в штаб-квартирі ООН в Нью-Йорку представники абсолютної більшості країн підписали Паризьку угоду з клімату. Головне закріплене в цій угоді завдання – домогтися того, щоб середня глобальна температура не перевищила доіндустріальний показник (тобто показник, зареєстрований в другій половині ХІХ століття) більш ніж на 1,5 °С. В іншому випадку людству загрожує загибель.

Вуглецева нейтральність – це термін, що описує досягнення чистого нульового викиду вуглекислого газу за рахунок балансування викидів вуглецю з видаленням вуглецю з атмосфери або просто усуненням викидів вуглецю.

С40 зазначила 4 критерії для визначення вуглецево-нейтрального міста:

– чисті нульові викиди парникових газів (річні викиди повністю скасовуються шляхом компенсації вуглецю або видаляються за допомогою заходів з видалення вуглекислого газу чи викидів) від використання палива в будівлях, транспорті та промисловості (область 1).

– нетто-нуль викиди парникових газів від використання енергії, що постачається з мережі (область 2).

– чисті нульові викиди парникових газів від обробки відходів, що утворюються в межах міста (область 1 і 3).

– місто рахує додаткові галузеві викиди в межі обліку ПГ, чисті нульові викиди парникових газів від усіх додаткових секторів у межі обліку ПГ.

На прикладі європейських країн, зокрема Фінляндії, можна проаналізувати, які заходи успішно впроваджуються для досягнення вуглецевої нейтральності. Зокрема це зменшення викидів від споживання електроенергії, оцінка впливу закупівель на клімат міста, залучення компаній до екологічних проектів, підтримка інвестицій громадян у «зелену» енергію, інвестиції в сонячну енергію, збільшення споживання місцевої, органічної та веганської їжі, використання перероблених матеріалів в інфраструктурі, заміна вугілля

відновлювальною енергією, пропаганда екологічного способу життя, електрифікація громадського/місцевого транспорту і багато іншого.

Доволі успішним прикладом переходу до вуглецевої нейтральності є місто Вантаа (Фінляндія). За оцінками експертів, підхід, якого зараз дотримується місто, потенційно може забезпечити 30% повного скорочення викидів парникових газів і 58% викидів парникових газів, пов'язаних з енергетичним сектором, шляхом усунення викидів парникових газів від місцевого централізованого виробництва тепла. Решта скорочення викидів парникових газів передається приватному сектору або державі. Загальний підхід міста до досягнення статусу вуглецево-нейтрального міста здебільшого полягає в зменшенні споживання, зосередженні на енергоефективності будівельного фонду разом із розподіленим виробництвом відновлюваної енергії.

Україна може перейняти досвід європейських країн і включити заходи для досягнення вуглецевої нейтральності до плану післявоєнного відновлення. До них можна віднести зведення енергоефективних будівель, поширення використання вітрової та сонячної енергії, електрифікація громадського транспорту, підвищення освіченості населення в екологічних питаннях, збереження лісів та відновлення екосистем, встановлення фільтрів та систем збереження вуглецю для зменшення викидів виробництва та в енергетичному секторі.

Література

1. Huovila, A., Siikavirta, H., Antuña Rozado, C., Rökman, J., Tuominen, P., Paiho, S., Hedman, Å., & Ylén, P. (2022). Carbon-neutral cities: Critical review of theory and practice. *Journal of Cleaner Production*, 341, Article 130912. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130912>
2. Jani Laine, Jukka Heinonen and Seppo Junnila Pathways to Carbon-Neutral Cities Prior to a National Policy, Sustainability 2020 URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/6/2445> (дата звертання 22.10.2023)

ТЕХНОЛОГІЇ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ОБ'ЄКТАХ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ТА ЇХ ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА

БУРЛАКА Є. О., КОВАЛЕНКО Ю. Л.

Харківський національний університет міського господарства

ім. О. М. Бекетова

burlaka89@ukr.net, Yurii.Kovalenko@kname.edu.ua

Енергозбереження є важливим заходом із забезпечення енергетичної безпеки держави, скорочення забруднення довкілля, запобігання глобальних змін клімату. Значна кількість енергії на АТ «Укрзалізниця» витрачається на обігрів протягом опалювального сезону рухомого складу пасажирських вагонів. Однією з перспективних технологій термомодернізації пасажирських вагонів, є напилення пінополеуретану [1].

Покриття виконане методом напилення, значно посилює теплоізоляційні властивості вагона, тому що є повністю герметичним і безшовним. Пінополеуретан не боїться ні вогню ні води. Він має надзвичайно низький коефіцієнт водопоглинання, а за ступенем горючості відноситься до речовин, що самозагасають.

При проведенні досліджень для розрахунку теплопередачі через стінку вагону застосовано методичні положення щодо розрахунку приведенного опору теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій та визначення необхідної товщини теплоізоляційного шару [2].

Стіна вагону складається з металевого кузова товщиною 1,5–2 мм, з внутрішнього боку обшитою деревоплитами товщиною 20 мм з оздоблювальним покриттям.

Пропонується під час проведення капітального ремонту вагонів здійснити заміну деревоплит на напилення пінополеуретаном. Теплопровідність деревоплити 0,08 Вт/(м²·К), при щільності 400 кг/м³ [2]. Інститутом технічної теплофізики Національної академії наук України встановлено, що коефіцієнт теплопровідності піни ППУ щільністю 40 кг/м³ при температурі 25 °С складає 0,022 Вт/(м·К) [1].

Для оцінки енергетичного ефекту від термомодернізації вагону було визначено коефіцієнти теплопередачі через стіну k , Вт/(м² К) до і після термомодернізації:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_B} + \frac{h_1}{\lambda_1} + \frac{h_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_3}} \quad (1)$$

де: α_3 – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції, Вт/(м² К);

α_B – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, Вт/(м² К); середнє нормативне значення 8,7 Вт/(м² К)

h_i – товщина і-го шару стіни, м;

λ_i – теплопровідність і-го шару стіни, Вт/(м·К);

Значення коефіцієнту тепловіддачі від стінки до зовнішнього повітря залежить від швидкості вітру і його можна визначити

$$\alpha_3 = 1,16 \cdot (5 + 10 \cdot \sqrt{w}) \quad (2)$$

де: w – швидкість вагону, м/с.

Середнє значення швидкості вагону задано 22,2 м/с (80 км/год)

Питомі витрати тепла з вагону через 1 м² зовнішніх стін протягом опалювального сезону:

$$E = 86400 \cdot k \cdot \text{ГДОС} \quad (3)$$

Для північного регіону України за кліматичними нормами показник градусо-днів опалювального сезону (ГДОС) складає 3500 градусо-днів за умови дотримання температури повітря всередині вагону 20°C.

Результати розрахунків (табл. 1) свідчать про можливість скорочення втрат тепла в результаті запропонованих заходів у 2, 7 рази.

Таблиця 1 – Оцінка скорочення втрат тепла

Період	Показники		
	коефіцієнт теплопередачі, k , Вт/(м ² К)	питомі втрати тепла через стінку протягом опалювального сезону, МДж/м ²	втрати тепла з вагону через стінку протягом опалювального сезону ГДж
До термомодернізації	2,62	792	224
Після термомодернізації	0,962	291	81,8

Викиди забруднювальних речовин та парникових газів оцінювалися з використанням узагальненого показника емісії забруднювальної речовини [3], який є середньою питомою величиною викиду для певної категорії установок спалювання, певної технології спалювання палива, певного виду палива (табл.2).

Таблиця 2 – Узагальнений показник емісії

№ з/п	Найменування	Питомі викиди, г/ГДж							
		Зважені тверді частки	CO	CO ₂	NO _x	N ₂ O	SO ₂	CH ₄	Неметанові леткі органічні сполуки
1	Вугілля кам'яне	2305,9	1871,5	93740,0	100,9	1,4	2506,0	1,0	600

У пасажирських вагонах в основному встановлюються вугільні котли. Робочий парк пасажирських вагонів складає 3100 од. Враховуючи нижчу робочу теплоту згорання палива – $Q_{гг} = 20,47$ МДж/кг та коефіцієнт корисної дії котла вагону, витрати вугілля для опалення одного вагону протягом опалювального сезону за умови його безперервної експлуатації скоротяться на 7 600 кг. Викиди від одного вагону у разі використання вугілля кам'яного протягом опалювального сезону за умови його безперервної експлуатації наведено у таблиці 3.

Таблиця 3 – Викиди забруднювальних речовин та парникових газів

Період	Викиди, кг							
	Зважені тверді частки	CO	CO ₂	NO _x	N ₂ O	SO ₂	CH ₄	Неметанові леткі органічні сполуки
До термомодернізації	517	419	21000	22,4	0,3	563	0,22	134
Після термомодернізації	189	153	7670	8,2	0,11	206	0,08	49

Таким чином, завдяки застосування технології нанесення пінополуретану, можна зменшити у 2,7 рази витрати палива, викиди забруднювальних речовин і парникових газів від систем опалення пасажирських вагонів рухомого складу залізниці.

Література

1. Теплопровідність піни ППУURL: <https://www.ppu.cv.ua/pinopoliuretan/122-perevahy-terploizoliatsii-ppu/293-teploprovidnist-piny-ppu.html> (дата звернення 21.10.2023)
2. ДСТУ Б В.2.6-189:2013. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. Київ: Мінрегіонбуд, 2014. 55 с
3. ГКД 34.02.305-2002 Викиди забруднюючих речовин в атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення. Київ, 2002р.

ЕЛЕМЕНТИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ ЯК ДЖЕРЕЛО ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ НА МІСЦЕВОМУ РІВНІ

ТРУБИЦИНА Ю. О., ХАНДОГІНА О. В.

*Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова,*

ytrubitsyna0@gmail.com, olga.khandogina@kname.edu.ua

Оцінка викидів парникових газів (ПГ) від системи управління відходами є актуальною проблемою, вирішення якої допомагає знайти правильні рішення на шляху до запобігання зміні клімату та переосмислення управління ресурсами, відходами, докорінних змін або коригування виробничих процесів та моделей споживання. Кількість відходів зростає, системи обліку та звітності щодо викидів ПГ від операцій управління відходами на муніципальному рівні розвинені слабо або зовсім відсутні. Тому важливо вивчити питання впливу операцій з управління відходами на викиди ПГ для забезпечення сталого розвитку, збереження навколишнього середовища та здоров'я населення. Це допомагає ідентифікувати проблеми та розробляти рішення для зменшення впливу відходів на зміну клімату та довкілля. У глобальному масштабі сектор відходів робить внесок на рівні 3–5% у викиди ПГ. Проте реформування сфери управління відходами може перетворити її з незначного джерела викидів у джерело уникнення викидів в інших секторах економіки.

Управління відходами на місцевому рівні, де відходи утворюються та де здійснюється більшість операцій з ними, потребує, в першу чергу, залученості громади та місцевих органів влади. Це може бути реалізовано через концепцію «нуль відходів» та надання містам, які прямують до налагодження свої процесів

в цій сфері відповідно до сучасних умов, або вже мають певні досягнення, статусу міста «нуль відходів» або міста-кандидата.

Місто «нуль відходів» – це громада або населений пункт, що прагне мінімізувати утворення відходів і працює над досягненням мети не відправляти відходи на полігони, звалища чи спалювальні заводи. Дана концепція базується на принципах сталого розвитку, циркулярної економіки і принципах відповідального споживання, спрямованих на зменшення негативного впливу утилізації відходів на навколишнє середовище та здоров'я людей. Для отримання статусу міста «нуль відходів» або міста-кандидата необхідно дотримуватись певних обов'язкових критеріїв та принципів, за якими оцінюється результативність дій влади та громади на шляху до скорочення кількості відходів та їх негативного впливу [1].

Дослідження проводиться на прикладі м. Люботин Харківської області, яке є кандидатом в міста «нуль відходів».

Система управління відходами в місті Люботин характеризується рядом проблем, більшість з яких притаманні подібним за розмірам населеним пунктам України та обумовлені цілим рядом економічних, технічних, соціальних причин [2]. Вивезення відходів у місті здійснюється за графіками, за планово-подвірною та планово-квартирною схемами. Відходи розміщуються на міському сміттєзвалищі без дотримання санітарних норм. Сміттєпереробних, сміттєперевантажувальних об'єктів на території громади немає. Незважаючи на це, впроваджуються сучасні методи утилізації відходів. Два багатоквартирні мікрорайони займаються сортуванням відходів з використанням спеціальних контейнерів. У приватному секторі встановлені сітки-контейнери для вторинної сировини. Також у місті поширене компостування. Жителі приватного сектору мають власні компостні ями чи купи, також встановлені міські компостери, якими обслуговуються найближчі будинки, куди мешканці можуть віднести органічні відходи. У місті також діють та розвиваються громадські ініціативи з охорони довкілля, спрямовані на впровадження сортування відходів та переробку органічних складових. Також, проводиться активна просвітницька діяльність для поширення ідей відповідального споживання та збереження природи.

Проаналізувавши систему управління відходами у місті Люботин, можна зазначити такі першочергові проблеми: накопичення обсягів відходів та засмічення природних територій, у т. ч. лісів і лісосмуг, відсутність повноцінного

роздільного збирання окремих компонентів, невідповідність місця видалення відходів санітарно-екологічними нормам, спалювання сухого опалого листя і бадилля від городини, недостатня ініціативність органів місцевої влади у частині запровадження сучасних підходів до управління відходами.

Напрями вирішення вищезазначених проблем наступні полягають у збільшенні частки сортування та відновлення відходів, заохоченні населення до прибирання природних територій (наприклад, популяризація плогінгу та толоч), популяризація технології компостування в побуті та на рівні громади, створення інструментів фінансової зацікавленості населення, наприклад, запровадивши диференційовані тарифи в залежності від кількості відходів, що вивозяться, доведення економічної доцільності належного поводження з відходами та обґрунтування переваг впровадження принципів сталого міста для місцевих органів влади та для громади в цілому, реформування та модернізація логістичних процесів тощо.

Оскільки сектор управління відходами є потужним джерелом викидів ПГ на різних етапах, доцільно ідентифікувати ті процеси для місцевої системи управління відходами, які справляють найбільший вклад у викиди.

Першим елементом будь-якої системи управління відходами, який впливає на викиди ПГ, є утворення відходів, зокрема їх кількість та властивості (морфологічний, елементний склад, зольність тощо) та те, яка кількість утворених відходів прямує від домоволодінь на наступні операції з відходами. Наявність біорозкладної органіки обумовлює в подальшому процеси деструкції та утворення за певних умов парникових газів.

Наступним етапом, якому піддається абсолютна більшість відходів на місцевому рівні, є збирання та транспортування відходів (цей процес може супроводжуватися викидами шкідливих речовин, включаючи ПГ, особливо якщо не використовуються вискоєфективні технології та транспортні засоби з низьким рівнем викидів). При цьому прагнення громад довести рівень надання послуг з вивезення відходів до 100 % призводить до зростання викидів ПГ. При розрахунку викидів ПГ від процесу збирання та транспортування відходів доцільно розглядати такі фактори, як відстань перевезення, щільність населення, тип відходів, технічні характеристики транспортних засобів, стан доріг та деякі інші.

Ще одним важливим (і основним способом поводження з відходами в Люботинській громаді на даний момент) є захоронення відходів на полігоні. У

процесі розкладання органічної речовини на полігонах та звалищах виділяються такі ПГ як метан, вуглекислий газ, а також домішки азоту, водню тощо. Деструкція органіки та наявність легкозаймистих компонентів є однією з причин загорянь місць накопичення відходів і завдяки цьому в атмосферу додатково виділяються токсичні гази. Тому є доцільним запроваджувати такі технології поводження з відходами, які б не допускали потрапляння органічних відходів (харчових, зелених відходів, опалого листя) в місця захоронення відходів. Політика переспрямування органічних відходів із захоронення на компостування довела свою ефективність в тому числі щодо суттєвого зменшення викидів ПГ [3, 4]. Також джерелами ПГ можуть бути такі операції з управління відходами, як анаеробне зброджування, різні процеси відновлення матеріалів з відходів, спалювання тощо.

Беручи до уваги критерії та основні засади міста «нуль відходів», малому населеному пункту може бути легше запровадити такі заходи. Це обумовлюється тим, що розмір міста менший, отже, менший масштаб. У невеликих населених пунктах менше відходів генерується і більше можливостей для стимулювання зменшення відходів та вторинної переробки на місцевому рівні. Також важливим аспектом є згуртованість громади. У великих містах може бути складніше залучити всіх жителів і організації через більшу розсіяність і різноманітність. Як правило, у невеликих населених пунктах (селах, селищах, малих містах) люди більш об'єднані, тому досягти мети спільними зусиллями стає простішим. З іншого боку, нерозвиненість інфраструктури, зношеність матеріально-технічної бази та відсутність споживачів вторинної сировини чи продукції може бути обмеженням для невеликих громад та населених пунктів, поряд зі складнощами з впровадженням реформ та політик, необхідністю значних інвестицій в дану сферу тощо. Таким чином, на нашу думку незалежно від розміру спільноти, запровадження концепції «нуль відходів» в містах може бути досяжним завданням, якщо існує бажання, зобов'язання спільноти та місцевих органів влади, а також обґрунтовані рішення, що базуються на комплексному вивченні проблеми та розробці зважених рекомендацій. Тому, кандидатом у місто «нуль відходів» може стати будь-який населений пункт.

Публікація підготована в рамках дослідження, що реалізується громадською організацією «Центр громадських та медійних ініціатив» (Zero Waste Kharkiv) в рамках проекту «Дослідження водних об'єктів та водно-болотних угідь Люботина та розробка рекомендацій для екологічного

відновлення», що реалізується у співпраці з «Центром екологічних ініціатив «Екодія» за фінансової підтримки Федерального міністерства економіки та кліматичних дій Німеччини в рамках проєкту Міжнародної Кліматичної Ініціативи (ІКІ) «Посилення громадянського суспільства в реалізації національної кліматичної політики».

Література

1. Zero Waste у містах. URL: <https://zerowaste.org.ua/zero-waste-cities/> (дата звернення: 18.10.2023).
2. Екологічне відновлення Люботина. Розроблення рекомендацій. URL: <https://t.ly/O18Ox> (дата звернення 16.10.2023).
3. Friedrich E., Trois C. Quantification of greenhouse gas emissions from waste management processes for municipalities – A comparative review focusing on Africa. *Waste Management*. Vol. 32. 2011. P. 1585 – 1596. doi:10.1016/j.wasman.2011.02.028
4. Greenhouse gas emissions from windrow composting of organic wastes: Patterns and emissions factors. *Environ. Res. Lett.* URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab5262/pdf> (date of access: 18.10.2023)

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ З УТЕПЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ З УРАХУВАННЯМ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ

ЯРЧУК Д. С., КОВАЛЕНКО Ю. Л.

Харківський національний університет міського господарства ім.О.М.Бекетова
Darya.Yarchuk@kname.edu.ua , Yurii.Kovalenko@kname.edu.ua

Екологічна та енергетична оцінка заходів з утеплення будівель є важливим питанням, яке треба розглядати в процесі реконструкції і капітального ремонту житлового фонду.

Якщо ще кілька десятиріч тому впровадження заходів з утеплення будівель було економічно недоцільне, то у зв'язку з підвищенням тарифів на енергоносії в Україні та світі в період з 2011 по 2022 рік, ситуація істотно змінилася і актуальність заходів з енергозбереження істотно зросла.

В першу чергу це стосується серій панельних п'ятиповерхових будинків, які мають занадто високі втрати тепла через зовнішні огорожувальні конструкції протягом опалювального сезону. Термомодернізація таких будівель

може значно зменшити споживання теплової енергії, зменшити витрати на паливо та скоротити викиди забруднювальних речовин і парникових газів під час опалювального сезону. Такі заходи сприяють зниженню екологічного навантаження на навколишнє середовище.

Проведення термомодернізації дозволить скоротити споживання теплової енергії і, відповідно, скоротити витрати палива, викиди забруднювальних речовин і парникових газів на об'єкті централізованого тепlopостачання.

В процесі оцінки скорочення викидів необхідно, також враховувати «повний життєвий цикл» продукції, тобто додатковий вплив на навколишнє природне середовище в процесі виготовлення та монтажу утеплювача, утилізації відходів. Це допомагає забезпечити більш об'єктивну оцінку екологічних та енергетичних переваг заходів з утеплення будівель.

Після отримання екологічної, енергетичної оцінки можна проаналізувати можливість використання альтернативних джерел енергії, розробити план дій для вдосконалення енергетичної ефективності будівлі. [1].

У Європі в цілому будівельний сектор є найбільшим споживачем енергії, на нього припадає близько 43% загального енергоспоживання та близько 25% викидів парникового газу – діоксиду вуглецю (CO_2). Будівельний сектор пропонує значний потенціал для підвищення енергоефективності завдяки використанню високоефективної ізоляції та енергоефективних систем [2].

В роботі враховано вимоги [3] щодо вибору ізоляційних матеріалів для утеплення будівель. Розглядалися можливості використання екструдованого пінополістиролу, мінеральної вати та резольно-формальдегідного пінопласту. Товщина ізоляційного шару для екструдованого пінополістиролу та резольно-формальдегідного пінопласту враховувалася в межах від 0,02 м до 0,1 м, як це зазвичай пропонується на ринку будівельних матеріалів в Україні. Для мінеральної вати розглядалися варіанти товщини від 0,05 м до 0,1 м.

За даними досліджень [4], екструдований пінополістирол виявився найефективнішим матеріалом завдяки його високій вологостійкості та низькій теплопровідності. У роботі також розглядалися можливості використання як зовнішньої, так і внутрішньої теплоізоляції, враховуючи рекомендації результатів досліджень [4]. Для розрахунку тепловтрат об'єктів були використані традиційні методики теплотехнічних розрахунків та нормативні значення теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій.

Проведено розрахунки тепловтрат через зовнішні стіни будівлі протягом опалювального сезону. Стіни були зроблені з керамзитобетону товщиною 0,25 м та покриті шаром піщано-цементної штукатурки товщиною 0,01 м. Використовувався екструдований пінополістирол з густиною 35 кг/м^3 , і товщина шару утеплювача варіювалася від 0,02 м до 0,1 м. Розрахунки здійснені для кліматичних умов різних міст, включаючи Харків, Київ, Запоріжжя, Одесу та Ялту.

Встановлено, що по мірі збільшення товщини шару теплоізоляції, зростає кількість заощадженої енергії, наближаючись до величини тепловтрат. Використання пінополістиролу товщиною 0,04 м для утеплення зовнішніх стін із керамзитобетонних плит в кліматичних умовах м. Харків протягом опалювального сезону може скоротити втрати енергії з кожного квадратного метра стіни до 97 кВт·год. У такому випадку, теплоізоляція зовнішніх стін типового житлового 5-ти поверхового, 5-ти секційного будинку із керамзитобетонних плит, забудови 60-х – 70-х років минулого століття дозволить економити протягом опалювального сезону до 250 000 кВт·год. Одночасно з цим зростає вартість матеріалів та робіт із утеплення стіни.

Визначено термін окупності заходів з теплоізоляції стін, виготовлених з керамзитобетону товщиною 0,25 м та шару піщано-цементної штукатурки товщиною 0,01 м для різної товщини шару теплоізоляції, h , м, виконаної із екструдованого пінополістиролу для кліматичних умов різних міст України. При цьому враховувалися чинні для населення України в опалювальному сезоні 2021/2022 тарифи на теплову енергію.

Мінімальний термін окупності забезпечує пінополістирол з товщиною 0,04 м, пінопласт – 0,03–0,04 м, мінеральна вата (з урахуванням поширеної номенклатури виробів у торговельній мережі) – 0,05 м.

Одночасно з цим зростає вартість матеріалів та робіт із утеплення стіни. Залежність вартості матеріалів та робіт з утеплення стіни (з урахуванням вартості матеріалів та робіт з монтажу, штукатурки та фарбування) від товщини шару теплоізоляції, виконаної з екструдованого пінополістиролу, мінеральної вати та пінопласту.

Екологічну ефективність у результаті зниження витрат тепла на опалення об'єкта оцінимо шляхом визначення потенційного скорочення кількості викидів парникових газів (CO_2), які утворюються в результаті спалювання палива, за рахунок скорочення витрат теплової енергії.

Використовувалися значення вуглецевмісткості енергетики – середніх питомих викидів CO₂ при виробленні одиниці енергії в країнах Європи. Результати дослідження залежності потенційного скорочення кількості викидів парникових газів, в наслідок утеплення зовнішніх стін об'єкта дослідження пінополістиролом, від кліматичних умов регіонах України, протягом опалювального сезону.

Отже, використання пінополістиролу товщиною 0,04 м для утеплення зовнішніх стін типового житлового 5-ти поверхового, 5-ти секційного будинку із керамзитобетонних плит, забудови 60-х – 70-х років минулого століття, який розташований у північних або північно-східних регіонах України може зберегти протягом опалювального сезону до 250 000 кВт·год. Потенційне скорочення кількості викидів парникових газів (CO₂) складе до 63 т за сезон. Термін окупності заходу – 2,7 роки.

Література

1. Малярєнко В. А., Немировський І. А. Энергосбережение и энергетический аудит: учебн. пособие. Харьков: ХНАГХ, 2008. 253 с.
2. Ibrahim M., Wurtz E., Biwole P. H., Achard P. Performance evaluation of buildings with advanced thermal insulation system: A numerical study. *Journal of Facade Design and Engineering*. 2016. 4. P. 19–34. DOI : 10.3233/FDE-160048
3. ДСТУ Б В.2.6-189:2013. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. Київ: Мінрегіонбуд, 2014. 55 с.
4. Lucchesi F., Svendsen S., Koldtoft K. Internal Insulation of Preservation Worthy Facades. *Journal of Physics: Conference Series*. 2021. 2069 (1), [012084]. DOI: 10.1088/1742-6596/2069/1/012084

РОЗРОБКА ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ ІЗ РЕСУРСО- ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В СЕЛИЩІ БОРІВСЬКЕ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

ІСИЧКО К. О., КОВАЛЕНКО Ю. Л.

*Харківський національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова
kostiantynisychko@kname.edu.ua*

Протягом значного історичного періоду, людство необґрунтовано та інтенсивно використовувало невідновлювальні джерела енергії, такі як вугілля,

природний газ та нафта, для задоволення своїх потреб. У сучасних умовах все частіше розглядається можливість зменшення енергоспоживання через термомодернізацію, особливо в житлово-комунальному секторі [1-4].

Термомодернізація будинку – це комплекс заходів щодо енергозбереження, що дозволяє оптимізувати температуру повітря у приміщенні, зменшити витрати енергії та покращити екологічну ситуацію.

Актуальність проблеми полягає в тому, що ресурси викопного палива у світі обмежені, і тому важливо розглядати енергоефективні технології, як складову стратегії сталого розвитку та раціонального використання цих ресурсів.

Об'єкт дослідження – типова квартира для трьох типових будинків, які розташовані у селищі Борівське та мають однакові технічні характеристики.

Методи дослідження – аналіз наукової літератури, нових розробок та узагальнення науково теоретичних і експериментальних даних. Розрахункові методи визначення витрат енергетичних ресурсів та оцінки впливу на довкілля.

Квартира типового будинку без утеплення втрачає значну кількість тепла через зовнішні стіни. Відповідно [5], втрати теплової енергії через зовнішні стіни досягають 40%. Це призводить до необхідності спалювання надлишкової кількості природного газу і, відповідно, до надлишкових викидів забруднювальних речовин.

Спираючись на ці дані, та результати досліджень оптимальної товщини шару теплоізоляції для кліматичних умов Харківського регіону [6], було прийнято рішення про проведення термомодернізації стін, шляхом їх утеплення шаром пінопласту, товщиною 0,1 метра.

В процесі досліджень було проведено розрахунки втрат тепла через зовнішні стіни та визначений обсяг витрат природного газу протягом опалювального сезону до і після проведення термомодернізації.

Розрахунки проводились відповідно до загальнопоширених методик теплопередачі через багат шарову стінку, яка застосовується в процесі енергетичного аудиту будівель.

За результатами розрахунків було встановлено, що втрати тепла протягом опалювального сезону до проведення термомодернізації склали 3 466,7 кВт·год.

Після утеплення, обсяг втраченого тепла склав 957,5 кВт·год, замість 3 466,7. Тобто за допомогою термомодернізації стін, втрати тепла зменшилися на у 3,6 рази.

Кількість спаленого газу протягом опалювального сезону до утеплення склала – 329 м³, після термомодернізації – 91 м³, що призводить до зменшення негативного впливу на довкілля.

В процесі досліджень виконано оцінку зменшення викидів забруднювальних речовин шляхом використання загальних емісійних

показників [7]. Отримано наступні результати. Згідно з розрахунками, викиди забруднювальних речовин зменшилися і склали, відповідно до базових: оксиди азоту (NO_x) – 20 %, оксид вуглецю (CO) – 33,3 %, та вуглекислий газ (CO_2) – 28 %. Зменшення викидів забруднювальних речовин свідчить про те, що утеплення сприяло покращенню екологічної ситуації в даному населеному пункті. Надалі, в роботі було запропоновано екологічний розділ до програми соціально-економічного розвитку селища Борівське з метою: забезпечення захисту атмосферного повітря від викидів забруднювальних речовин, що утворюються внаслідок спалювання природного газу у газових котлах домогосподарствами.

Отже, відповідно до результатів розрахунків можна стверджувати, що при спалюванні 9228 м^3 природного газу перед утепленням, три будинки викидали: CO_2 – 17,90 т.; CO – 0,075 т.; NO_x – 0,021 т. Після утеплення, спалювання газу скоротилося до 2550 м^3 .

Загальна кількість утворення забруднювальних речовин склала: CO_2 – 4,95 т.; CO – 0,021 т.; NO_x – 0,006 т.

Реалізація даної програми дозволить скоротити споживання природного газу у 3,6 рази, а також надасть змогу зменшити викиди забруднюючих речовин, а саме: CO_2 – до 27,7 % від базового рівня; CO – 28 %; NO_x – 28,57 %. Реалізація цього розділу програми може бути черговим кроком до забезпечення енергетичної незалежності держави, підвищення рівня екологічної безпеки.

Література

1. Umnyakova N., Bessonov I., Zhukov A., Zinoveva E. The effectiveness of facade systems. MATEC Web of Conferences. 2019. 298, 00013. DOI: 10.1051/matecconf/201929800013
2. Дослідження ринку – житловий сектор України: правові, регуляторні, інституційні, технічні та фінансові аспекти. Фінальний звіт, підготовлено для ЄБРР. Інститут місцевого розвитку, Worley Parsons, 2011. 223 с. URL: http://teplydim.mdi.org.ua/static/storage/filesfiles/Market%20Assessment%20Report%20%20Final_UKR_2011-08-31.pdf (дата звернення 20.09.2022)
3. Ibrahim M., Wurtz E., Biwole P. H., Achard P. Performance evaluation of buildings with advanced thermal insulation system: A numerical study. Journal of Facade Design and Engineering. 2016. 4. P. 19–34. DOI : 10.3233/FDE-160048
4. Hannoudi L. A., Christensen J. E., Lauring, M. Façade system for existing office buildings in Copenhagen. Energy Procedia. 2015. 78. P. 937–942. DOI: 10.1016/j.egypro.2015.11.023
5. Передові системи термомодернізації будівель і споруд. Навч. курс «Передові системи термомодернізації будівель і споруд» з проф. «Монтажник систем утеплення будівель»: навч. посіб. / Надія Іволжатова, Тетяна Дрімко, Тарас Холеван та ін. — Київ : Видавничий дім «Гельветика», 2020. — 116 с.
6. Коваленко Ю.Л., Дядін Д.В., Ярчук Д.С. Оцінка енергетичної та екологічної ефективності заходів з утеплення будівель з урахуванням кліматичних умов. Екологічні науки № 5(44) С. 55–63.

7. ГКД 34.02.305-2002 Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення. [чинний від 2002-07-01] Вид. офіц. Київ : Науково-технологічний центр «Реактивелектрон» Національної академії наук України (НТЦ НАН України).

ОЦІНКА ВРАЗЛИВОСТІ ПІВДЕННОЇ МІСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ ДО ЗМІНИ КЛІМАТУ

КІСЛЕНКО Я. С.

Харківський національний університет міського господарства імені О.М.Бекетова

yana.kislenko@kname.edu.ua

Зміна клімату є однією із найактуальніших глобальних викликів нашого часу. Вона має потенціал вплинути на всі сфери суспільства, включаючи міські території, які є важливими центрами життя, економіки та інфраструктури. У цьому контексті, дослідження оцінки вразливості міських територій перед зміною клімату набуває особливої важливості.

Сучасний світ стикається зі зростаючою кількістю змін в кліматі, що включає в себе підвищення середніх температур, зміни в опадах, інтенсивність стихійних явищ та інші аспекти. Міські території, які населені великою кількістю людей та мають значний вплив на навколишнє середовище, особливо вразливі перед цими змінами.

Однак в Україні існує проблема відсутності вичерпної інформації щодо проявів кліматичної зміни, а також методик оцінки вразливості міст та урбанізованого середовища в цілому особливо для невеликих населених пунктів, зокрема, малих міст (за класифікацією ДБН 360-92 – з населенням до 50 тис осіб). Одним з таких міст є місто Південне з населенням близько 7 тис осіб, розташоване у Харківській області.

Подальший розвиток у сфері удосконалення способів проведення оцінки вразливості територій невеликих міст та громад до зміни клімату є надзвичайно актуальним завданням. Адже врахування конкретних особливостей малих міст, де проживає значна частка населення України, є критично важливим для розробки ефективних стратегій адаптації та забезпечення сталого розвитку. Так, в населених пунктах з чисельністю осіб менше 10 тис. мешканців проживає

майже 3,4 млн осіб, а в населених пунктах менше 50 тис. мешканців – вже майже 11 млн [3]. Крім того, внутрішня міграція, яка особливо гостро стала відчутна після початку повномасштабного вторгнення, загострила ці процеси, адже спостерігався відтік населення з великих міст в малі населені пункти та сільську місцевість.

Можна очікувати, що найбільш значущими наслідками зміни клімату в умовах невеликих міст будуть такі: зміна режиму опадів та водності річок (місця поселень людей тяжіють до водотоків, на території міст, містечок, селищ та сіл розташовано багато ставків, інших водних об'єктів, на таких територіях часто відсутнє, або наявне частково централізоване водопостачання, тому питання водозабезпечення постає гостро), зменшення біорізноманіття, зростання інтенсивності посушливих умов та температури, що, серед іншого, може призвести до порушення ведення сільського господарства тощо. Варто також очікувати зростання споживання електроенергії, посилення навантаження на місцеві служби надзвичайних ситуацій, охорони здоров'я, об'єкти інфраструктури тощо. Тому оцінка вразливості таких територій та розробка обґрунтованих заходів адаптації видається актуальним питанням сьогодення.

Для цього необхідно провести визначення індикаторів чутливості водних ресурсів. Ця методика передбачає аналіз водних систем міста Південне, включаючи використання системи індикаторів для визначення чутливості водних ресурсів міських територій, які входять до складу Південної міської територіальної громади Харківської області, вивчення впливу змін клімату на водні системи, включаючи джерела водопостачання та водовідведення [2]. Гідрологічна мережа м. Південне представлена річкою Мерефа та ставками, які відіграють важливу роль для розвитку населеного пункту, підтримки екосистеми та задоволенні потреб мешканців. Однак ці ресурси є вразливими перед зміною клімату, що наголошує важливість їх оцінки до вразливості, сталого управління та збереження. Також важливо провести комплексний аналіз різних аспектів, включаючи інфраструктуру, соціо-економічний статус міста, екологічну стійкість та інші параметри, що визначають рівень вразливості міста Південне та інших міських територій [4].

Одним з ключових аспектів вирішення проблеми вразливості міських територій є використання екологічного підходу у стратегічному просторовому плануванні. Цей підхід передбачає аналіз впливу зміни клімату на різні аспекти міського середовища, включаючи інфраструктуру, транспортну систему, водні

ресурси, біорізноманіття та інші [1]. На даний момент на місцевому рівні цьому питанню приділяється недостатньо уваги. За результатами проведеного аналізу доступної інформації для м. Південне, можна зробити висновок, що потрібно провести велику роботу щодо напрацювання даних та розробки значної кількості документів, які характеризують просторові особливості території та прогностичні зміни. Без цього проведення глибокого та комплексного аналізу видається якщо не неможливим, то значно ускладненим.

Зміна клімату є невід'ємною частиною сучасності та майбутнього. Оцінка вразливості міських територій до цих змін є важливим кроком у забезпеченні стійкості та розвитку міст. Екологічний підхід та вивчення індикаторів чутливості є ефективними інструментами для досягнення цієї мети. Дослідження вразливості міста Південне та його прилеглих територій до кліматичних змін є актуальним завданням, яке вимагає подальших наукових досліджень та реалізації адаптаційних стратегій для забезпечення сталого розвитку міських територій.

Література

1. Смірнова М. Використання екологічного підходу у стратегічному просторовому плануванні. URL: <https://oil-glade-3f9.notion.site/898255256f7b446d9cf230ad44261c0d> (дата звернення: 01.10.2023)
2. Дядін Д. В., Дрозд О. М., Свергуненко А. С. Індикатори чутливості водних ресурсів міських територій до зміни клімату. *Екологічні науки*. 2023. № 4(49). С. 64-72.
3. Тімонна М. Чисельність наявного населення України на 1 січня 2022 р. Київ: Державна служба статистики України, 2022 р. 84 с.
4. Шевченко О., Власюк О., Ставчук І., Ваколук М., Ілляш О., Рожкова А. Оцінка вразливості до зміни клімату: Україна. Кліматичний форум східного партнерства (КФСП) та Робоча група громадських організацій зі зміни клімату (РГ НУО ЗК). Muflaer, Київ. 2014. 74 с.

РОЛЬ ГРУНТОВИХ МІКРООРГАНІЗМІВ У СЕКВЕСТРАЦІЇ ВУГЛЕЦЮ

СВЕРГУНЕНКО А.С., ДРОЗД О. М.

*Харківський національний університет міського господарства
імені О.М.Бекетова
anna.svergunenko@kname.edu.ua*

Для обмеження глобального потепління до + 1,5 °С необхідно досягти нульових викидів CO₂ до 2050 року, що спонукає науковців, уряди та світові

фінансові інституції до розробки технологічних і управлінських рішень для вирішення проблеми викидів парникових газів [3, 4].

Ґрунти мають значний потенціал секвестрування вуглецю [8]. У ґрунті міститься близько чверті відомого біорізноманіття Землі, більша частина якого складається з мікроорганізмів – найпоширенішої групи організмів на планеті. Виходячи з виключної ролі ґрунтових мікроорганізмів для екосистем ґрунту та їх ролі у біогеохімічних циклах речовин, включаючи потоки парникових газів – вуглекислого газу (CO_2), метану (CH_4) і закис азоту (N_2O), заходи управління ґрунтовими мікроорганізмами можуть сприяти зниженню атмосферного CO_2 шляхом підтримки секвестрації та стабілізації вуглецю у ґрунті [3].

Існують два первинних шляхи секвестрації вуглецю у ґрунтах: надземні надходження рослин, рослинна підстилка і пов'язані фільтрати (розчинений органічний вуглець), а також підземні надходження рослин (ризодепозиції), кореневий опад і ексудати. Ґрунтові мікроорганізми відіграють центральну роль у кожному, сприяючи як кругообігу, так і утриманню ґрунтового вуглецю різноманітними прямими та/або непрямими механізмами.

Мікробний внесок у поглинання вуглецю регулюється взаємодією між кількістю мікробної біомаси, структурою мікробної спільноти, мікробною продукцією. Бактерії та гриби домінують у складі мікробної біомаси ґрунту (>90%), тому ці групи та співвідношення між ними відіграють важливу роль у потоці вуглецю. Вважається, що ґрунтова система з домінуванням грибів має вищий вміст вуглецю, оскільки групи грибів розкладають більше вуглецю в біомасі на одиницю використаного субстрату, ніж інші ключові розкладачі (бактерії) [7, 8]. Багато груп грибів утворюють розгалужені мережі вегетативного міцелію, що складаються з переплетених ниток, подібних до гіфів. Вони містять сполуки вуглецю, які після відмирання можуть трансформуватися в невіддатливі пули вуглецю шляхом агрегації або сорбції на мінеральних поверхнях. Особливе значення має група мікоризних грибів, які формують симбіотичні взаємини з судинними рослинами [1 – 6].

На мікоризні гриби припадає приблизно 10% ідентифікованих видів ґрунтових грибів, які утворюють кілька різних асоціацій, включаючи арбускулярну, ектомікоризну, ерикоподібну та орхідну. За оцінками [5], понад 13 мільярдів метричних тонн CO_2 від наземних рослин щороку передається мікоризним грибам, що еквівалентно близько 36% світових викидів викопного палива. Відомо, що саме асоціації арбускулярних мікоризних грибів формують

взаємовигідні співіснування з 80% судинних рослин, що зумовлює актуальність дослідження їх впливу на секвестрацію вуглецю [8].

Разом зі значною роллю в накопиченні некромаси та агрегації ґрунтового вуглецю, мікоризні гриби також відіграють опосередковану роль у циклі ґрунтового вуглецю через підвищення ступеня поглинання та доступності поживних речовин рослинами. Мікоризні гриби завдяки розгалуженій системі гіфів та проникненню у глибші ґрунтові горизонти можуть більш ефективно, на відміну від коріння рослин, поглинати поживні речовини, оминаючи зони виснаження поживних речовин, що формуються навколо коренів [5]

Роль бактерій у збільшенні накопичення органічного вуглецю пов'язана з опосередкованим впливом на посилення росту/стійкості рослин та ексудації, тим самим збільшуючи надходження рослинної біомаси (первинної продукції) . Наприклад, діазотрофні бактерії N-фіксатори перетворюють молекулярний N₂ у доступні для рослин форми, а мінеральні солубілізатори, сприяють поглинанню рослинами неорганічних фосфатів [3].

Усі розглянуті мікробні асоціації мають власні потенціали до секвестрації та утримання вуглецю у ґрунті. Цю здатність мікроорганізмів можна використовувати для мікробної інокуляції ґрунтових систем з метою дослідження механізмів впливу мікроорганізмів на стабілізацію ґрунтового вуглецю [3].

Література

1. Ahmed, A. A. Q., Odelade, K. A., & Babalola, O. O.. Microbial inoculants for improving carbon sequestration in agroecosystems to mitigate climate change. Handbook of climate change resilience, 2019. P. 1-21.
2. Bradford, M. A., Carey, C. J., Atwood, L., Bossio, D., Fenichel, E. P., Gennet, S., & Wood, S. A. Soil carbon science for policy and practice. Nature Sustainability, 2019. 2(12), p.p.1070-1072.
3. Buragohain, P. Role of microbes on carbon sequestration. International Journal of Microbiology Research ISSN:0975-5276&E-ISSN:0975-9174, Volume 11, Issue 1, 2019, pp.-1464-1468.
4. IPCC 2018, V. P. Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5 °C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. (2018). URL: <https://www.ipcc.ch/sr15/>
5. Johnson, N. C., & Gehring, C. A.. Mycorrhizas: symbiotic mediators of rhizosphere and ecosystem processes. In The Rhizosphere. 2007. pp. 73-100.
6. Lal R. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. Geoderma, 2004. vol.123 (1-2), p.p. 1-22.
7. Mason A.R.G., Salomon M.J. Lowe A.J., Cavagnaro T.R. Microbial solutions to soil carbon sequestration Journal of Cleaner Production V. 417, 2023. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137993>

8. Weverka J., Runte G.C., Porzig E.L., Carey Ch.J. Exploring plant and soil microbial communities as indicators of soil organic carbon in a California rangeland *Soil Biology and Biochemistry* V. 178, 2023. URL: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2023.108952>

ВИКЛИКИ ДЛЯ СИСТЕМ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ У МІСТАХ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ

МАКСАКОВ А.Д., КУШНАРЕНКО Ю.Л.

Харківський національний університет міського господарства імені О.М.Бекетова

andrii.maksakov@kname.edu.ua yuliya.kushnarenko@kname.edu.ua

Глобальна зміна клімату є однією з найсерйозніших екологічних проблем, яка вже сьогодні призводить до небезпечних наслідків, таких як різкі зміни погодних умов, сильні вітри та зливи, посухи, погодні катаклізми. Все це має наслідком значні екологічні та економічні збитки на всій планеті. Непередбачуваність погодних умов дедалі зростає, зростає ризик природних катаклізмів, що ставить під загрозу наслідки функціонування життєзабезпечуючої інфраструктури міст - підприємств тепло- та енергозабезпечення, водозабезпечення та водовідведення. Розробка заходів адаптації має базуватися на детальній екологічній оцінці поточного стану та дослідженні прогнозних тенденцій зміни клімату для кожної конкретної території.

Теплові електростанції, які виробляють електроенергію шляхом спалювання викопного палива, є особливо вразливими до наслідків зміни клімату. Специфіка їх функціонування робить їх чутливими до різних кліматичних викликів, які можуть вплинути на ефективність, надійність і загальну стійкість інфраструктури. Багато теплових електростанцій, особливо ті, що використовують парові турбіни, значною мірою залежать від води для охолодження. Викликані зміною клімату зміни в характері опадів і підвищення температури можуть призвести до дефіциту води, що вплине на доступність охолоджувальної води. Крім того, вищі температури навколишнього середовища можуть знизити ефективність систем охолодження, зменшуючи загальну вихідну потужність станції. Теплові електростанції часто розташовані у вразливих районах, схильних до екстремальних погодних явищ, таких як

урагани, шторми та повені. Це може призводити до перебоїв у ланцюгах постачання палива, пошкодження інфраструктури і навіть повної зупинки. Підвищення рівня моря також може становити загрозу для прибережних електростанцій, збільшуючи ризик затоплення. Вищі температури, особливо під час спеки, можуть знизити ефективність теплових електростанцій. Ефективність багатьох станцій знижується з підвищенням температури навколишнього середовища, що призводить до зменшення чистої потужності. Це створює проблеми із задоволенням попиту на енергію в періоди високих температур, коли попит на електроенергію часто досягає свого піку. Зміна клімату може спричинити навантаження на фізичну інфраструктуру електростанцій. Це включає вплив екстремальних температур на матеріали, підвищений знос обладнання та вразливість мереж передачі та розподілу електроенергії до суворих погодних умов. Зміна клімату може також змінити структуру попиту на енергію. Наприклад, тривалі хвилі спеки можуть збільшити попит на охолодження, створюючи додаткове навантаження на теплові електростанції в періоди, коли їхня ефективність вже скомпрометована.

Зменшення вразливості теплових електростанцій до зміни клімату вимагає багатогранного підходу. Це передбачає інвестиції в кліматостійку інфраструктуру, впровадження передових технологій охолодження, диверсифікацію джерел енергії та впровадження більш сталих і стійких практик перед обличчям мінливих кліматичних умов. Оскільки енергетичний сектор переходить на більш чисті альтернативні джерела, ці заходи адаптації стають все більш життєво важливими для забезпечення надійного і сталого енергопостачання в умовах зміни клімату.

Зміна клімату поглиблює проблеми, пов'язані із забрудненням та дефіцитом води у містах, що є загрозою для здоров'я мешканців міста, Міські системи водоочищення є вразливими до зміни клімату. Наслідки зміни клімату, включаючи екстремальні погодні явища, зміну режиму опадів і підвищення температури, можуть призвести до навантаження на міську каналізаційну інфраструктуру, порушуючи її функціональність і створюючи ризики для здоров'я населення та довкілля. Зміна клімату асоціюється з більш інтенсивними та непередбачуваними опадами. Міські каналізаційні системи, розраховані на певний обсяг стічних вод, можуть бути перевантажені під час сильних дощів. Це може призвести до переповнення каналізації, коли неочищені або частково очищені стічні води потрапляють у водойми, створюючи ризики забруднення.

Прибережні міста особливо вразливі до підвищення рівня моря, спричиненого зміною клімату, та штормових вітрів. Ці явища можуть призвести до затоплення каналізаційної інфраструктури, спричиняючи пошкодження та підвищуючи ризик витоку нечистот. Паводкові води можуть поставити під загрозу цілісність очисних споруд і порушити нормальне функціонування каналізаційних мереж. З іншого боку, зміна клімату може спричинити періоди посухи та дефіциту води в певних регіонах. Зменшення доступності води впливає на розбавлення стічних вод, що потенційно може призвести до підвищення концентрації забруднюючих речовин у стічних водах. Крім того, низький рівень води в приймальних водоймах може перешкоджати розсіюванню і природному засвоєнню очищених стічних вод. Процеси очищення стічних вод чутливі до коливань температури. Підвищення температури може впливати на ефективність процесів біологічного очищення, впливаючи на здатність очисних споруд ефективно видаляти забруднюючі речовини. Більш високі температури також можуть прискорити розпад органічних речовин у стічних водах, збільшуючи біологічну потребу в кисні і потенційно призводячи до виснаження кисню у водоймах, що приймають стічні води. Значна частина міської каналізаційної інфраструктури в багатьох містах старіє і може бути недостатньо обладнана, для протидії викликам, пов'язаними зі зміною клімату. Підвищений стрес від екстремальних погодних явищ і мінливість умов навколишнього середовища може призвести до збоїв в інфраструктурі, таких як прориви труб і витoki, що ще більше знижує надійність каналізаційних систем. Вплив зміни клімату на міські каналізаційні системи може мати прямі наслідки для здоров'я населення. Переливи каналізаційних стоків і забруднення водойм можуть наражати населення на небезпеку захворювань, що передаються через воду. Підвищення температури також може створити сприятливі умови для розмноження патогенних мікроорганізмів у стічних водах, створюючи додаткові ризики для здоров'я.

Вирішення проблеми вразливості міських водоочисних систем до зміни клімату вимагає комплексного та адаптивного підходу. Це передбачає інвестиції у стійку інфраструктуру, покращення управління зливовими водами, розробку сталих систем повторного використання води та інтеграцію кліматичного мислення у міське планування та проектування. Підвищення здатності каналізаційних систем витримувати та адаптуватися до мінливих кліматичних умов має вирішальне значення для забезпечення безперервної функціональності цих систем, захисту здоров'я населення та екологічного благополуччя в містах.

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВПЛИВУ ВІЙНИ НА ДОВКІЛЛЯ ТА ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ ТЕРИТОРІЙ

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВПЛИВУ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА КОМПОНЕНТИ ДОВКІЛЛЯ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ ТА ПЛАНИ ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ ТЕРИТОРІЙ

АЛМАШОВА В. С.

Херсонський державний аграрно-економічний університет

vikadiana1981@gmail.com

Вся система політичного законодавства та соціальних інститутів направлені першочергово на захист безпеки життя населення кожної держави. При незначних відхиленнях в економічному розвитку, або при локальних аваріях в межах певного регіону першим, хто відчуває свою беззахисність та небезпеку – це люди, які мешкають в межах зони бойових дій, або обстрілів.

З усіх відомих антропогенних видів діяльності війна – це найгірше, що може негативно впливати на всі компоненти довкілля: з одного боку військові дії негативно позначаються на довколишньому середовищі, а з іншого – ресурси, що йдуть на війну, могли б витратитися на збереження довкілля або на ресурс-ефективні технології. Тому за умов відкритих бойових дій слід розрізняти прямі і непрямі впливи, а також втрачені можливості.

Коли внаслідок військової діяльності руйнуються міста, також страждає довкілля. Можуть не працювати очищувальні станції, або внаслідок потрапляння снаряду в будинок формуються будівельні відходи вперемішку із елементами військової техніки. Подібне сміття є дуже небезпечним, тому його не можна просто прибрати й викинути. Його небезпечно як транспортувати, так і зберігати на звалищі. Тому для поводження із таким типом відходів у містах необхідно розробити окремий протокол.

До катастрофічних та прямих негативних впливів військових дій належать вибухи, які руйнують екосистему. Тим більш російсько-українська війна проходить навесні, коли тварини прокидаються, птахи повертаються, а все живе готується мати потомство. Повне руйнування звичного середовища

існування і шумове забруднення місць їхнього проживання негативно впливає на перебіг сезону розмноження, вимагаючи насильно переміститися бідолах в інші несприятливі для їх нащадків середовище. А ще, пряме потрапляння снарядів та забруднення обгорілою військовою технікою повністю руйнує вже сформовану екосистему біоценозів. Усі снаряди, які розриваються, горіння неметалевих деталей військової техніки забруднюють ґрунти та воду важкими металами і токсичними елементами, не говорячи вже про тони металобрухту, які розкидані по лісопосадках.

Так більшість вже звільнених територій правого берегу Херсонської області на 50 відсотків постраждала від замінування, від затоплення через руйнування Каховської ГЕС. Негативні наслідки спіткали всіх місцевих жителів, які проживали на береговій лінії від місця катастрофи на греблі. Окрім того, що потопило усі скотомогильники та кладовища, що були на даній території, постраждали і сотні корів, свиней та коней, яких не вдалося вчасно врятувати та випустити з сараїв та садибних ділянок. Та і коли б це встигли б зробити, якщо дана катастрофа застала увесь люд з незнацька. А яку непоправну шкоду було нанесено флорі та фауні на сотні кілометрів вздовж берегової лінії і не тільки. Скільки рукавів річок залишилося без води та яка кількість різновидів риб загинуло взагалі і порахувати поки не можливо. Цим займаються наші фахівці Херсонського державного аграрно-економічного університету факультету Рибного господарства та природокористування. Вчені всього півдня України підраховують збитки, які спричинили незворотню шкоду нашому регіону, не кажучи вже про смертельні випадки серед аграріїв, які підірвалися разом з технікою на ворожих мінах. Паралельно населення, яке залишилося без газопостачання та не мало можливості його відновити також частково постраждали від мін в лісопосадках. Через харчову потребу збирати ягоди та гриби, населення також наражалося на небезпеку і не дивлячись на попередження від місцевої влади про райони, які ще не отримали сертифікати розмінування люди таки збирали дані види продуктів та зафіксовані літальні випадки, нажаль. При горінні техніки, мастила, дизелю і бензину також забруднюється повітря. Крім того, ворог спеціально бомбить нафтобази і газопроводи, промислові підприємства. Наприклад, 21 березня російські війська обстріляли ПАТ «Сумихімпром», внаслідок чого стався витік аміаку в повітря. Крім того, в Україні більше 1000 складів небезпечних речовин і якщо випадково

чи навмисно туди потраплять бомби, може відбутися забруднення повітря, водойм, ґрунтів, тощо [1].

Іншим прикладом непрямого впливу є неконтрольовані викиди неочищених відходів підприємств у воду чи атмосферу. Зараз у зв'язку з воєнним станом держава тимчасово це не контролює. Хотілося б вірити, що усі українці чесні й відповідальні. Втім бувають недобросовісні підприємці та й очікую, що на війну спишуть і чимало екологічних правопорушень, скоєних до 24 лютого, наприклад, вирубку лісів.

Кошти, які в державі планували витратити на енергоефективність, зелену економіку, відновні джерела енергії, створення нових заповідників, збереження видів, зараз витрачають на військові дії. Власне, це і є втрачені можливості. Влітку 2021 року Україна прийняла добровільне зобов'язання по скороченню викидів парникових газів. Втім, війна все змінила і поки незрозуміло в який бік. Бо зараз горить техніка, міста і підприємства, внаслідок чого виділяється багато парникових газів, але й багато заводів на Сході зруйновані і ще довго не працюватимуть, не викидаючи у атмосферу вуглекислий газ.

На глобальному рівні варто звернути увагу на два важливі аспекти: харчову безпеку та політику щодо змін клімату. Через військові дії українські фермери не можуть засіяти частину полів у східних та південних областях, що позначиться на кількості зернових, яку ми зможемо експортувати восени. Є країни, які на 90% залежать від нашого зерна. Є країни, що залежать від російських добрив, на які зараз накладені санкції. Ланцюжки постачання складно швидко переорієнтувати, тому ця війна матиме глобальні продовольчі наслідки.

З другого дня повномасштабного вторгнення усі зрозуміли, що ці речі треба документувати, але не відкрито, аби не коригувати вогонь противника. Наразі мені відомо чотири інструменти, що дозволяють збирати свідчення і документувати злочини проти довілля. Дна з ініціатив, до якої я була залучена, за сприяння Глобального договору ООН, працює з бізнесом. На початку війни українські і закордонні бізнеси запитували, як невійськово можна допомогти Україні, крім направлення коштів на харчування і ліки. Ба більше, вони хотіли робити щось для довілля. Ми зрозуміли, що насамперед Україна має мати системну картину на рівні уряду: хто які наслідки має ліквідувати і за які гроші.

Очевидно, дороги, мости, відновлення електромереж і водопостачання держава має робити централізовано за кредитні кошти або за рахунок допомоги інших країн. Втім, якщо треба буде розчистити річку, у якій затонули відходи,

наприклад техніка, будуть потрібні водолази. Це можуть фінансувати компанії. Бізнеси також можуть допомогти у відновленні природоохоронних екопарків з тваринами, адже у держави ще довго не дійдуть до цього руки.

Закордонний досвід різний і відрізняється від того, що відбувається в Україні. Наприклад у Кувейті є приклад успішних репарацій. Але Кувейт – це фактично пісок, там зовсім інші умови. У нас мене дуже турбують степні екосистеми Миколаївської й Херсонської областей. З одного боку вони чутливі до впливу людини і військових дій, а з іншого, у держави не буде першочергово коштів і уваги на їх відновлення. Втім, громадські організації, які мають експертизи і можуть залучати волонтерів, можуть долучитися до відновлення екосистем [2].

Єдине для чого потрібна зброя – для утримання миру. Кажуть, і ядерну бомбу винайшли для того, щоб запобігти війні. Втім, мені здається, це тупиковий шлях розвитку людства. Мені б хотілося жити у світі, де немає потреби ні у ядерній бомбі, ні у марнуванні ресурсів на виготовлення зброї.

Література

1. Проект Плану відновлення України / Національна рада з відновлення України від наслідків війни, Київ. 2022. URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/recoveryrada/ua/economic-recovery-and-development.pdf>. (дата звертання: 21.10.2023)
2. Гуменюк В. В. Зарубіжний досвід повоєнної трансформації державного управління і уроки для України. Економіка України. 2022. № 8. С. 34–54. DOI: <https://doi.org/10.15407/economyukr.2022.08.034>. (дата звертання: 21.10.2023)

СТВОРЕННЯ КОМПЛЕКСУ ПІДХОДІВ ДО ЗАХИСТУ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ З ВРАХУВАННЯМ СУЧАСНИХ ВИКЛИКІВ ДОВКІЛЛЮ

ВОЛОШКІНА О. С., МАРШАЛЛ Д. В., КОВАЛЬОВА А. В.

Київський національний університет будівництва та архітектури

e.voloshki@gmail.com, daniil.marshall@icloud.com, kovalova.knuba@gmail.com

Стан водних ресурсів під впливом бойових дій стає актуальним питанням для України з початку війни на території країни. Умови проведення військових дій, безумовно, мають прямий негативний вплив на стан довкілля на територіях де ці події мають місце. Вплив бойових дій на екосистеми має різноманітні

прояви, і кожна окрема складова довкілля зазнає специфічних змін, що мають як прямі так і приховані прояви, які будуть виявлені з плином часу. Так, після підриву греблі Каховської ГЕС засмічення та забруднення зазнали водні ресурси меліоративних систем півдня України, облицювання магістральних каналів було практично повністю пошкоджено. Проведені розрахунки по окремих ділянках магістрального каналу Інгулецької зрошувальної системи показали, що коефіцієнт фільтрації пошкодженого облицювання внаслідок тривалої експлуатації та проходження воєнних дій на території зрошувальної системи не перевищує 10^{-2} м/с, а коефіцієнт ефективності захисного облицювання не перевищує значення 0,95 [1]. Продовольча безпека держави вимагає заповнення водою магістральних каналів та відновлення роботи зрошувальних систем. В цих умовах економічно доцільно використання місцевих матеріалів в якості протифільтраційного захисту.

Дані дослідження стосуються питань теоретичного обґрунтування розрахунку фільтраційного стоку на пошкоджених ділянках каналів меліоративних систем та зменшення цих втрат при застосуванні захисного облицювання з місцевих порід каолінів. За даними фахівців Інституту гідромеханіки НАН України та Інституту меліорації та водного господарства ААНУ, фільтраційні втрати на ділянках зі пошкодженим облицюванням та в земляному руслі (як розрахункові, так і виміряні) були досить значні [2,3]. В подальшому при розробці рекомендацій щодо ефективного інженерного захисту водних ресурсів від забруднення та виснаження в даному регіоні та їх ощадливого використання внаслідок руйнування Каховської ГЕС, слід розглянути можливості перехвату фільтраційного стоку приканальним дренажем та повторного його використання для водогосподарських потреб півдня України. Можливість використання дренажного стоку для повторного використання розглянуто в роботах [4–7]. Для прийняття оптимального рішення, слід мати розрахункове значення фільтраційних втрат з каналу і витрату в приканальний дренаж.

При цьому в інженерних розрахунках прогнозування впливу фільтрації з каналів, підтоплення ґрунтовими водами визначеної території та міграції забруднень в підземні води, можна не приймати до уваги на попередніх етапах проектно-вишукувальних робіт захисну здатність облицювання, а в роботах по облицюванню каналів слід, насамперед, розглянути використання місцевих природних матеріалів.

В роботі розглянуто методологію підходу до розрахунків фільтраційних втрат води з магістрального каналу із приканальним трубчастим дренажем в умовах різної будови водоносного горизонту. Розрахунки враховують падіння напору на захисному природному облицюванні каналу (червона глина), визначено фільтраційні втрати води на погонний метр магістрального каналу, фільтраційний приток в приканальний дренаж.

Результати досліджень дозволять в подальшому розробити рекомендації щодо ефективного інженерного захисту водних ресурсів від забруднення та виснаження в даному регіоні.

Література

1. Волошкіна О., Маршалл Д., Шевчук Я. Теоретичне обґрунтування визначення параметрів забруднення підземних вод із зруйнованих меліоративних споруд, хвостосховищ та затоплених сміттєзвалищ// Екотехногенні наслідки руйнування гідротехнічних споруд. Прогнози та перспективи відновлення. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, КИЇВ, 20 червня 2023, КНУБА, С.19–20.
2. Ворошнов С. М., Шевчук Я. В., Юзюк О. Ю. Сучасний технічний стан каналів Інгулецької зрошувальної системи та нові конструкції облицювань із використанням геосинтетичних матеріалів // Механізація та електрифікація сільського господарства. 2018. Вип. 8. С. 232–240.
3. Телима С.В. Проблеми підтоплення південних районів України ґрунтовими водами. Вплив Каховського водосховища, магістральних каналів та зрошувальних систем// Наук.техн.зб. «Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки», К., КНУБА. 2006. Вип. 6. С.14–32.
4. Козленко Є.В., Морозов О.В., Морозов В.В. Дренажний стік як додаткове джерело водних ресурсів на Інгулецькій зрошувальній системі// Аграрні інновації 2021. № 5. С. 52–59.
5. Хоружий П.Д., Левицька В.Д., Стасюк С.Р., Нор В.В., Хомуцька Т.П. Удосконалення технологій знезалізнення та подачі підземних вод в автоматизованих системах сільськогосподарського водопостачання// Меліорація і водне господарство. 2020. Вип. 111. №1. С. 186–194.
6. Мацелюк Є.М., Чарний Д.В., Левицька В.Д., Марисик С.В. Нові технологічні рішення для систем водопостачання в сучасних умовах //Меліорація і водне господарство. 2021. № 2. С. 201–209.
7. Морозов О.В. та ін. Оцінка якості зрошувальної води в системі еколого-меліоративного моніторингу // Водні біоресурси та аквакультура. Сільськогосподарські науки. 2020. № 2. С. 192–209.

ЗАСТОСУВАННЯ ПРИНЦИПІВ ЦИРКУЛЯРНОСТІ В БУДІВНИЦТВІ ПІД ЧАС ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ ТЕРИТОРІЙ

ГАЙКО Ю. І.

Харківський національний університет міського господарства

імені О.М. Бекетова,

33most33@i.ua

Усі фази життєвого циклу будівлі – виробництво будівельних матеріалів, проектування, будівництво, експлуатація та технічне обслуговування, реконструкція, а також деконструкція – призводять до виснаження ресурсів, впливу на навколишнє середовище та утворення відходів. Швидкі темпи урбанізації та економічного зростання збільшили кількість накопичених матеріалів у будівлях, розташованих у містах і міських районах. Таким чином, існуючі будівлі в містах мають потенціал слугувати сховищами матеріалів і продуктів у контексті міського видобутку. Повторне використання, ремонт, перепрофілювання, переробка та переробка будівельних матеріалів є стратегіями циркулярної економіки для антропогенного середовища. Наша нинішня лінійна система видобутку, виробництва та утворення відходів призвела до шкідливого впливу на навколишнє середовище, тоді як циркулярна економіка може запропонувати ресурсні, економічні та екологічні переваги.

Одним із цих принципів циркулярності в будівельному секторі є зменшення кількості нових матеріалів, які виробляються для реконструкції або створення нових будівель. Експерти вважають, що 20–25 % викидів протягом життєвого циклу сучасних будівель вкладається в будівельні матеріали. Зменшивши використання цих матеріалів, ми отримаємо пряме скорочення викидів парникових газів. Іншим способом, використання цих принципів, призводить до зменшення попиту на нове будівництво шляхом продовження терміну служби існуючих будівель і збільшення щільності їх використання.

За оціночними даними до війни в Україні утворювалось близько 3,5 млн т. відходів будівництва та знесення на рік [1]. На даний час сфера переробки, утилізації та повторного використання таких відходів практично не розвинута, частково через відносно недорогу вартість природних матеріалів, що робить повторне використання економічно недоцільним, частково через відсутність

чітких вимог до утворювачів відходів (забудовників) до сталого управління ресурсами та відходами.

Проблемну ситуацію значно ускладнює військова агресія Російської Федерації в Україні, що призвела до значних руйнувань житлових і громадських будівель, інфраструктурних та промислових об'єктів, внаслідок чого утворилися значні обсяги відходів руйнації. Наразі дані про обсяги утворення таких відходів відсутні. Слід також очікувати, що після початку повоєнного відновлення зруйнованих міст і регіонів та нового будівництва будуть утворюватися великі обсяги відходів будівництва і знесення на додачу до вже накопичених.

Регламент Європейського союзу № 305/2011 «Будівельна продукція» потребує реалізації таких основних вимог до будівель та споруд: механічна стійкість і стабільність; безпека при пожежі; гігієна, здоров'я та навколишнє середовище; безпека і доступність у використанні; захист від шуму; енергозбереження та збереження тепла; раціональне використання природних ресурсів [2]. Згідно останньої вимоги (раціональне використання природних ресурсів) будівлі та споруди повинні бути запроєктовані, побудовані та знесені таким чином, щоб використання природних ресурсів було раціональним і забезпечувало: можливість повторного використання або переробки конструкцій будівель і споруд, їх матеріалів і частин після знесення; довговічність будівель і споруд; можливість використання в будівництві екологічно чистої сировини і вторинних матеріалів.

Разом з тим, в Україні поки що відсутня система поводження з відходами руйнування, будівництва та знесення, яка ґрунтується на принципах циркулярної економіки, під якою слід розуміти комплекс організаційно-технічних заходів, що здійснюються з метою забезпечення екологічно безпечного збирання, перевезення, сортування, зберігання, перероблення, утилізації, видалення, знешкодження та захоронення таких відходів.

За походженням відходи від руйнувань можна поділити на:

– відходи, що утворилися внаслідок пошкодження (руйнування) об'єктів, повного або часткового порушення їх цілісності внаслідок позапроєктних впливів, зумовлених бойовими діями, зокрема потрапляння засобів ураження, вибухів, пожеж;

– відходи, що утворилися в результаті виконання робіт з демонтажу пошкоджених (зруйнованих) об'єктів (поетапного контрольованого часткового чи повного розбирання на окремі елементи та вироби або неконтрольованого

знесення внаслідок обвалення під час використання бульдозерів, металевої кулі на стрілі, вибухової сили тощо).

Операції з поводження з відходами від руйнувань включають [3]:

- 1) первинне розчищення територій;
- 2) перевезення відходів від руйнувань від місця їх утворення до об'єктів поводження з відходами або місць тимчасового зберігання;
- 3) остаточне (після виконання робіт з демонтажу пошкоджених (зруйнованих) об'єктів) розчищення та прибирання територій;
- 4) зберігання відходів від руйнувань на місцях тимчасового зберігання або на інших об'єктах поводження з відходами (до їх утилізації чи видалення);
- 5) перероблення відходів від руйнувань та/або їх знешкодження;
- 6) утилізація відходів від руйнувань;
- 7) видалення відходів від руйнувань, включаючи їх захоронення.

Практична реалізація принципів циркулярності будівельного сектору щодо створення інфраструктури для сортування, утилізації, переробки та захоронення будівельних відходів включає:

- зібрання даних по обсягам утворення відходів руйнування, будівництва та знесення на найближчу перспективу за регіонами;
- закупівля засобів поводження з відходами руйнування, будівництва та знесення;
- будівництво спеціалізованих об'єктів поводження з відходами (місць тимчасового зберігання, дробильних та сортувальних станцій, ліній, полігонів);
- забезпечення збирання та оброблення відходів руйнації, утворених внаслідок військових дій.

Література

1. Проект Плану відновлення України. Матеріали робочої групи «Будівництво, містобудування, модернізація міст та регіонів України», липень 2022 р. [Електронний ресурс].– Національна рада з відновлення України від наслідків війни, – 350 с. URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/recoveryrada/ua/construction-urban-planning-modernization-of-cities-and-regions.pdf>. (дата звертання: 10.10.2023)
2. Регламент (ЄС) № 305/2011 Європейського Парламенту та Ради від 9 березня 2011 року, що встановлює узгоджені умови для маркетингу будівельної продукції та скасовує Директиву Ради 89/106/ЄЕС. Офіційний журнал Європейського Союзу URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32011R0305> (дата звертання: 12.10.2023)
3. Порядок поводження з відходами, що утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель та споруд внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 27

вересня 2022 р. № 1073 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1073-2022-%d0%bf#text> (дата звертання: 10.10.2023)

ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВІЙНИ В УКРАЇНІ

ГУТОРОВА А. Д.

*Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного
hanna2208@gmail.com*

Щоб післявоєнна економіка України була сталою, відновлення має ґрунтуватися на розумінні поточного стану довкілля й викликів.

Екологічна сфера зазнала суттєвого негативного впливу, що має не лише локальні, а й глобальні наслідки. Викиди шкідливих речовин зі зруйнованих російськими військами підприємств, необережне поводження із радіаційно-загрозливими об'єктами на окупованих територіях, спричинення масштабних пожеж в лісах, винищення під час воєнних дій флори та фауни різних регіонів країни, акваторії Чорного та Азовського морів – це лише окремі приклади екологічних злочинів окупантів в Україні [1].

До прямих впливів належать вибухи, які руйнують екосистему. Тим більш російсько-українська війна проходить навесні, коли тварини прокидаються, птахи повертаються, а все живе готується мати потомство. Руйнування середовища існування і шумове забруднення місць їхнього проживання негативно впливає на перебіг сезону розмноження. Ба більше, пряме потрапляння снарядів та забруднення обгорілою військовою технікою повністю руйнує екосистему.

Непрямі наслідки бойових дій на довкілля виникають не від пожеж чи розриву снарядів, а, скажімо, від знеструмлення шахти, з якої треба відкачувати воду. Без електроенергії не працюють насоси і шахта затоплюється разом із токсичними та радіоактивними відходами, які можуть проникати у ґрунтові води. Ця проблема була актуальною на Донбасі ще з 2014 року. Її ніяк не можна було вирішити, а зараз ситуація загострюється.

За останніми оцінками експертів, збитки довкіллю України від війни становлять 1,35 трлн гривень.

Попередні збитки довкіллю «мовою статистики»:

- більше 680,6 тис. т нафтопродуктів згоріло, забруднивши повітря небезпечними речовинами;
- 183 тис. кв. м. ґрунтів забруднено небезпечними речовинами;
- більше 38 тис. т викидів потрапило у повітря від горіння військової техніки та утворилося більше 325 тис. т відходів;
- загалом більше 67 млн т викидів в атмосферне повітря;
- більше 23,3 тис. га лісів випалено, частину з них втрачено назавжди;
- 20 % природоохоронних територій потерпають від війни;
- окуповано 8 заповідників та 10 національних природних парків;
- більше 200 тис. кв. км території потребуватиме розмінування;
- більше 7,1 млн кв. м. об'єктів у тому числі критичної інфраструктури знищено, а їх залишки спричинили шкоду довкіллю [3]

Знищення верхнього родючого шару ґрунту, який формувався протягом століть, відбувається внаслідок вибухів ракет, артилерійських снарядів різних типів, фугасних авіабомб, безпілотників, снарядів різних типів РСЗО, «вакуумних» бомб тощо. Це при тому, що за останні 100 років вітчизняні ґрунти втратили близько 30 % гумусу. Війна прискорює цей процес. Ґрунти втрачають родючість через зміну фізичних, хімічних та фізико-хімічних властивостей. Зрозуміло, що вирощувати будь-що на таких ґрунтах буде неможливо протягом довгого часу. Після Першої світової посівні площі в Європі скоротилися на 22,6 %. Яке скорочення чекає Україну після завершення воєнних дій, зараз ще важко прогнозувати.

Обсяг викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря за час ведення бойових дій на території України вже можна порівняти до викидів одного металургійного підприємства за весь рік роботи.

Лісистість території України до війни становила 15,9 % порівняно з 43,5 % в ЄС. Половина цих лісів є природними або близькими до таких за станом лісової екосистеми загалом, а іншу половину становлять переважно монокультурні лісові насадження з низькою адаптивною здатністю до зміни клімату. Загалом, за даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, війна вплинула на близько 3 мільйони гектарів лісів, що становить майже 30% загальної площі лісів країни.

Природоохоронні території до війни займали 13 % території України (площа природно-заповідного фонду та Смарагдової мережі); це приблизно половина відповідного середнього показника для 27 держав-членів ЄС. Вони не лише

зберігали життєво важливі середовища існування для 367 видів, що перебували під загрозою зникнення в Україні, а й забезпечували широкий спектр екосистемних послуг, від яких залежать люди. За даними Української природоохоронної групи (UNCG), станом на серпень «третина природоохоронних територій України перебуває в зонах активних бойових дій, окупації та гуманітарної кризи» без жодних гарантій збереження. На цих територіях є унікальні ліси, степи, водно-болотні угіддя і прибережні екосистеми.

Ще одним наслідком війни є втрата доступу до орних земель через боєприпаси, міни, що не розірвалися. Україна і раніше була однією з найбільш замінованих країн у світі, а теперішні події посилили цю проблему: приблизно 83 тис. км² заміновано, що становить близько 15 % території країни. За даними ЮНІСЕФ, від 10 % до 30 % вибухової зброї, яку використано, не вибухнуло, вона становить загрозу, а розмінування займе час. Від початку війни знешкоджено близько 150 тис. вибухонебезпечних предметів, трапилося понад 150 випадків підірвання на мінах.

Житлова інфраструктура сильно постраждала через війну: пошкоджено 15 тис. багатоквартирних будинків і 116 тис. приватних будинків, а також 2290 навчальних закладів і дитячих садків, понад 930 закладів охорони здоров'я, що становить близько половини загальних збитків (51,6 мільярда доларів США). Екологічна безпека, як основа економічного розвитку та нашого добробуту і виживання, має стати частиною безпекової парадигми України.

Щодо впливу на довкілля, то злочини у довгостроковій перспективі спричинять збільшення смертності та важких хвороб, адже люди гинуть не лише від видимих проявів війни, а й від забруднення навколишнього середовища. Відновлення еколого-економічної безпеки країни за всіма складовими буде тривалим [4]. Однією з важливих задач при розробці стратегії повоєнного екологічного відновлення України є визначення джерел та інструментів фінансування відповідних заходів. До можливих джерел фінансування належать: кошти держав-партнерів; зібрані кошти внаслідок волонтерських заходів, краудфандингу; воєнні репарації з Російської Федерації; кошти, зібрані внаслідок ефективної фіскальної політики; кошти, виділені додатково внаслідок перерозподілу бюджету [1]. Враховуючи поточну ситуацію та потенційне зростання розміру екологічних збитків, вкрай важливо визначити основні можливості фінансування повоєнних екологічних заходів, для чого доцільно

проаналізувати світовий досвід у цій сфері та розглянути можливість його використання в Україні.

Література

- 1.Гнедіна, К., & Нагорний, П. . (2023). Загрози екологічній безпеці: реалії воєнного часу та економічне стимулювання повоєного екологічного відновлення України. Проблеми і перспективи економіки та управління. 4 (32), 39–52.
- 2.Завадських Г.М., Тебенко В.М. Перспективи інноваційного розвитку Запорізької області. Регіональна економіка та управління, 2021. № 4 (34). С. 33–39
- 3.Природа та війна: як російська агресія вплинула на довкілля. URL: <https://www.slovovidilo.ua/2022/11/08/infografika/suspilstvo/pryroda-ta-vijna-yak-rosijska-ahresiya-vplynula-dovkillya> (дата звернення: 20.10.2023)
- 4.Сак И.В., Більо І.О., Ткачук Ю.Е. Еколого-економічні наслідки російсько-української війни. Економіка і суспільство. 2022.№3 (Вип. 38).

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ВІДНОВЛЕННЯ ШТУЧНИХ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ, ЗНИЩЕНИХ РОСІЙСЬКОЮ АГРЕСІЄЮ

¹ЄВТУШЕНКО Е. О., ²СТЕЦЕНКО В. В., ¹ОЛЕЙНИКОВА І. В.

¹Криворізький державний педагогічний університет,

²Компанія ENGINEERING DOBERSEK GmbH (Німеччина)

Yevtushenko69@ukr.net, stesenko-4@meta.ua, Ilnaoleynikova1003@gmail.com

Штучні лісові насадження є ареною бойових дій, зазнають знищення внаслідок вирубування, посічення дерев та чагарників уламками снарядів, мін, бомб внаслідок російської військової агресії. Створені на початку і в середині ХХ століття виконували різноманітні екологічні функції як в межах сільсько-господарських полів, так і санітарно-захисних зон (СЗЗ) підприємств, розміщених поблизу населених місць. Найважливішими функціями штучних лісових насаджень є регулювання поверхневого стоку води, захисту ґрунтів від ерозії, очищення атмосфери від пилу, поглинання вуглекислого газу, сірководня, оксидів азоту, інших шкідливих речовин та виділення кисню, необхідного для життєдіяльності людини. Полезахисна лісистість агроландшафтів України становить близько 1,5 % при науково обґрунтованій 3–3,5 % [3]. Вплив на повітряний басейн, кліматичні умови та санітарний стан навколишнього середовища актуалізує необхідність відновлення штучних лісових насаджень сільськогосподарських полів та СЗЗ підприємств, знищених російською військовою агресією.

Штучні лісові насадження розрізняються: за своїм складом, схемами змішування, ступенем ажурності та розміщенням просвітів [1].

Згідно технології створення, в сприятливих ґрунтово-кліматичних умовах, відстань між рядами встановлено для всіх видів лісонасаджень 1,5 м. Кількість рядів від п'яти і більше. Відстань між посадковими (посівними) місцями в ряду приймається 75 см [1].

Нами розрахована вартість проекту створення ізолюючої лісосмуги в СЗЗ за дубовим типом змішування (змішаний тип: деревно-гіньовий з чагарником): Усі ряди: **Д ч С ч**, де **Д** – основні породи: дуб черешчатий, береза. **С** – супровідні породи: клени гостролистий, липа серцелиста, через сім місць волоський горіх. **ч** – чагарники: бруслина бородавчаста, скумпія, бирючина, татарська жимолость.

Дерева основних порід **Д**, супутніх порід **С** та чагарників **ч** розміщувалися за схемою (рис.1).

Об'єм посадкового матеріалу для виконання проекту на 1 га площі становив: 837 Дерев (Д), 837 дерев (С) та 1674 чагарників (ч). Всього 33481 рослин.

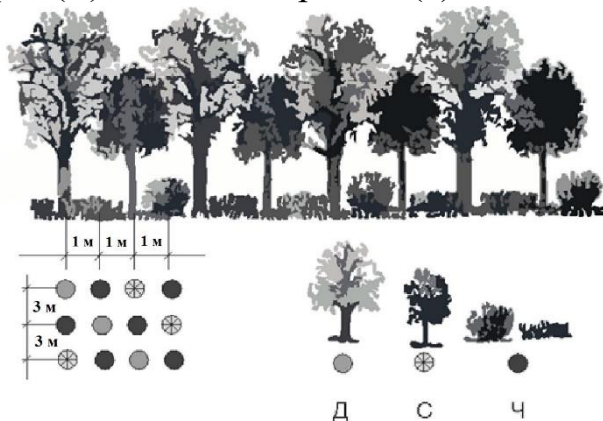


Рисунок 1 – Схема розміщення дерев та чагарників

Враховуючи категорії земель проекту запропонована наступна агросхема підготовки ґрунту: 1 рік: Підготовка посадочних місць, завезення гідроізоляційного матеріалу (глина) і підготовка ізолюючого водотривкого шару в кожному посадковому місці на 5–10 см, 2-кратне снігозатримання по всій лінії озеленення по зовнішньому і внутрішньому краю посадок, з пристроєм снігових валиків. 2 рік: передпосадкове ручне розпушування (при сильному ущільненні ґрунту і пізньої весни).

В якості посадкового матеріалу використовуються двох-трирічні сіянці, вирощені в розплідниках, що відповідають ДСТУ 6617-90 «Сіянці дерев і чагарників, технічні умови» [2]. Кошторисна вартість запроектованих робіт визначена в цінах 2023 р. і залежить від початкових умов та термінів створення повноцінного захисту (змикання крони дерев) та проростання і виживання

посадкового матеріалу. Витрати часу машини і механізми на площу насадження 1 га: екскаватор – 9 днів, вантажна машина – 9, машина з поливу – 18. Матеріал для підживлення рослин на площу насадження 1 га: суперфосфат – 150 г на 1 рослину, сульфат калія – 70. Передбачається: підготовка посадкових місць (80 см x 80 см); полив насаджень по лунках протягом 5 років (3 поливи на 1 рік посадки і другого року, по 2 поливи на 3–5 рік). Поливна норма 30 л на 1 лунку. Так, кошторис створення штучних лісових насаджень в межах СЗЗ за умови змикання крони дерев через 3–5 років та виживанні саджанців 90–95 % повинен скласти, за нашими розрахунками, 3739821,007 грн на 1 га (табл. 1).

Таблиця 1 – Вартість проекту створення штучних лісових насаджень

№ п/п	Шифр	Найменування робіт та витрат	Одиниця виміру	Кількість	Ціна, грн.	Вартість, грн.
		<u>Локальний кошторис 07-01-01 на Озеленення</u>	-	-	-	-
		<u>Розділ 1. Влаштування газону</u>				
1	KP18-81-14	Підготовка механізованим способом стандартних місць для садіння дерев та кущів з розміром 0,8 м3 без додавання рослинної землі	10 ям	335	2781,28	931729,638
2	KP18-88-2	Садіння дерев-саджанців з оголеною кореневою системою в ями розміром 1, 0x0,8 м	10 шт	167,4	2195,61	367545,114
3	C171-235П	Кілки	шт	1674	26,01	43540,74
4	C171- 3106П варіант1	Саджанці дерев (дуб черешчатий, клен гостролистий 80–100 см)	шт	1674	480,00	803520
5	KP18-88-1	Садіння дерев-саджанців з оголеною кореневою системою в ями розміром 0, 7x0,7 м	10шт	167,4	1738,92	291095,208
6	C171-225П варіант1	Саджанці-чагарники (бруслини бородавчаста, скумпія , h –130–160 см)	шт	1674	160,00	267840
7	C171-235П	Кілки	шт	1674	26,01	43540,74
8	C142-10-2	Вода	м ³	67,0	55,57	3720,9672
9	C1633- 25ВД	Суперфосфат	т	0,502	43031,76	21601,9435
10	C1113-111	Сульфат калію	т	0,234	102644,24	24018,7522
11	KP18-103-2	Заготовлення стандартних саджанців дерев з оголеною кореневою системою механізованим способом без упакування	100 шт	16,7	1974,90	33059,826
12	KP18-103-6	Заготовлення стандартних саджанців кущів з оголеною кореневою системою механізованим способом без упакування	100 шт	16,7	571,28	9563,2272
13	KP18-118-3	Прополювання та розпушування пристовбурних лунок та канавок	100 м ²	100	1170,32	117032
14	KP18-118-3	Прополювання та розпушування пристовбурних лунок та канавок	100 м ²	100	1170,32	117032
15	KP18-117-2	Полив зелених насаджень зі шлангу поливального водопроводу	м ³	335,0	124,41	41677,35
		Всього по розділу 1				3116517,51
		Всього по локальному кошторису				3116517,51
Разом вартість робіт, матеріалів та устаткування, у тому числі						3116517,51
Робота						1867057,01
Матеріали та устаткування						1249460,49
Податок на додану вартість						623303,501
Всього з урахуванням ПДВ						3739821,007

Таким чином, штучне лісове насадження матиме відстань між рядами 3 м, в ряду – 1 м та може мати рядність необхідну для виконання екологічних функцій визначених проектними завданнями. Наведені розрахунки є обґрунтуванням вартості відшкодування збитків, заподіяних російською агресією.

Література

1. Довідник агронома / За ред. Л.Л.Зіневича. – Київ: Урожай, 1985. 672 с.
2. ДСТУ 6617-90 Сіяння дерев і чагарників, технічні умови. [Чинний від 2021-04-11]. Вид. офіц. Київ, 2021. 16 с.
3. Лукіша В.В. Екологічні функції полезахисних лісових насаджень // Екологічні науки. 2013. No 1. С. 56–64.

СТРАТЕГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТУ В УКРАЇНІ ПІСЛЯ РОСІЙСЬКОГО ВТОРГНЕННЯ

КОЛОДЯЖНИЙ Д. О.

*Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова*

dimakn1232001@gmail.com

Війна в Україні впливає на продовольчу безпеку, енергетичну безпеку, промислові ланцюжки поставок та охорону навколишнього середовища у всьому світі. Ці наслідки повинні бути розглянуті з належною увагою до безпосередніх загроз і з точки зору прискорення переходу до стійкості, щоб уникнути посилення майбутніх порушень.

Одним з важливих аспектів зміни навколишнього середовища є забруднення ґрунтів України. Стратегії відновлення ґрунту після воєнних дій можуть бути складними і потребувати інтегрованого підходу [1]. Видалення небезпечних матеріалів після воєнних дій – це важливий процес, який вимагає обережності та спеціальних знань. Першим кроком є ідентифікація будь-яких небезпечних матеріалів, таких як нерозірвані боєприпаси або хімічні речовини, які можуть бути присутні на місцях воєнних дій.

Наступним кроком є безпечне збирання цих матеріалів. Це може включати використання спеціального обладнання та процедур для забезпечення безпеки персоналу. Зібрані матеріали повинні бути належно транспортовані до спеціальних місць зберігання та утилізовані. Всі ці процеси повинні бути

виконані відповідно до вимог державного законодавства, стандартів ООН та інших регулятивних органів [5].

Оцінка стану ґрунтів, які постраждали внаслідок російської агресії. Перш за все, потрібно визначити різні параметри ґрунту, таких як родючість, структура, вміст органічних речовин та наявність токсичних речовин. Географічні інформаційні системи (GIS) можуть бути використані для інтеграції екологічних змінних і створення показника, який може повноцінно кількісно оцінювати стан довкілля. Важливо оцінити, як стан ґрунту України змінився з часом через воєнну діяльність. Експерти можуть оцінювати та розподіляти екологічні змінні за їх важливістю, що допомагає визначити ключові фактори, які впливають на стан ґрунту.

Не менш важливим аспектом є використання місцевих ресурсів. Де це можливо, слід використовувати локальний матеріал для відновлення ґрунту. Це може включати використання схожих видів ґрунтів з тим, на якій території проходять процеси з відновлення, компосту або інших органічних матеріалів для покращення якості ґрунту. Використання ендемічних рослин і тварин може допомогти покращити біологічне розмаїття і сприяти відновленню екосистем. Використання місцевих ресурсів може також сприяти місцевому економічному розвитку, створюючи робочі місця та покращуючи життєвий рівень місцевого населення.

Технології очищення ґрунтів, що базуються на використанні рослин (фіторемерація) [3]. Фітотехнології пропонують ефективні інструменти й екологічно безпечне розв'язання проблеми очищення забруднених ділянок ґрунту, води та видалення вибухових речовин, що сприяє раціональному природокористуванню. На сьогодні в світовій практиці охорони навколишнього природного середовища активно розвиваються економічно ефективні та екологічно безпечні технології очищення ґрунтів, які базуються на фізіологічній здатності рослин знижувати вміст ксенобіотиків шляхом їх акумуляції та деструкції.

Нині в Україні, як і в більшості країн світу, існує необхідність розробки екологічно безпечних та економічно вигідних технологій ремедіації сільськогосподарських земель, забруднених в наслідок воєнних дій [1]. Використання фітотехнологій надасть можливість не лише зменшити ступінь забруднення довкілля ксенобіотиками, а й повернути відновлені землі в систему землекористування.

Однак, у цієї технології існують деякі обмеження. Вони краще працюють там, де рівень забруднення низький, оскільки високі концентрації можуть обмежувати ріст рослин і займати надто багато годин для очищення.

Відновлення екосистем після воєнних дій. За даними «Товариства екологічної реставрації» [2], відновлення або реставрація екосистем є поверненням пошкодженої екологічної системи до стабільного, здорового та сталого стану, повернення одночасно пов'язаних з ними екосистемних послуг. Воно проявляється через такі дії, як посадки трав'янистих або інших рослин, природне відновлення, агролісомеліорація, заходи щодо поліпшення ґрунту та сталий менеджмент для розміщення мозаїки сухопутних, водних чи морських об'єктів.

Будь-який деградований в ході війни екосистемний компонент, включаючи сільськогосподарські ділянки, болота, охоронні природні заповідники, рибальські господарства, береги річок, прибережні зони які постраждали в наслідок воєнних дій, може бути відновлений. Відновлення екосистем може бути спрямоване на повернення екологічної цілісності від незначних елементів біоценозу лісу до великомасштабного ландшафтного відновлення плато або гірського хребта. Це може принести значну користь для нашої держави та людства в цілому.

Позитивними наслідками можуть бути: значні природно-орієнтовані рішення для пом'якшення наслідків зміни клімату та адаптації до них, забезпечення водної та продовольчої безпеки, зменшення бідності, економічного зростання та збереження біорізноманіття. Навіть, якщо екосистема не може бути повернена до початкового стану, функції можуть бути ціннішими, ніж поточний стан екосистеми.

Україна розробляє плани відновлення, які включають проекти систематичного моніторингу стану ґрунтів та збереження забруднених і деградованих земель. Ці плани обговорюються у робочих групах Міністерства аграрної політики та продовольства України та Міністерства охорони навколишнього природного середовища [4]. Варто відзначити, що ще до початку великої війни уряд України вже висловив готовність зберегти землі, які були деградовані. Зараз це стало невід'ємною частиною процесу, особливо для земель, які найбільше постраждали внаслідок війни. Стан ґрунтів має велике значення для забезпечення продовольчої безпеки не тільки зараз, але і в майбутньому, а також для екологічної безпеки громадян і адаптації до зміни клімату.

Література

1. The European Green Deal and the war in Ukraine / European Think Tanks Group. P. 1–4. URL: <https://ettg.eu/wp-content/uploads/2022/07/The-European-Green-Deal-and-the-war-in-Ukraine.pdf> (дата звернення: 29.09.2023)
2. Society for Ecological Restoration (SER). (2019). International Principles & Standards for the Practice of Ecological Restoration, 2nd Edition. URL: <https://www.ser.org/page/SERStandards>. (дата звернення: 29.09.2023)
3. Суть фіторемедіації. Нова екологія. URL: <http://www.novaecologia.org/voecos-743-1.html>.
4. Дячук, М., & Федорова, Л. (2022). Росія знищує поля України – як прискорити відновлення українських земель. ZN.ua. URL: <https://zn.ua/ukr/ECOLOGY/zemlja-u-vohni-jak-vijna-vplivaje-na-grunti.html> (дата звернення: 30.09.2023)
5. Wikipedia contributors. (2022). Emergency Response Guidebook. In Wikipedia, The Free Encyclopedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Emergency_Response_Guidebook. (дата звернення: 30.09.2023)

ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ

КОРЖАК І. Р. МИХАЙЛЮК Ю. Д.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
korzhakk@gmail.com, umiha23@gmail.com

Однією з найважливіших екологічних проблем в Україні під час війни стало забруднення повітря, води та ґрунту. Постійні бомбардування та обстріли міст і населених пунктів призвели до викиду великої кількості токсичних хімічних речовин у навколишнє середовище.

Зараз навіть неможливо повністю оцінити вплив війни на довкілля через брак точної інформації. Причин цьому дві. Насамперед, навіть збирати ці дані небезпечно для фахівців, оскільки тривають активні бойові дії. По-друге, не вся інформація може бути озвучена публічно з тактичною метою.

Проте точно зрозуміло: чим довше триває війна, тим більше шкоди вона завдасть довкіллю, і тим більше наслідків ми матимемо в майбутньому.

Війна – це не лише інфраструктурні руйнації та смерті серед населення. На додачу війна несе небезпеку людям та природі навіть там, де активних бойових дій не було чи де вони були раніше. Таке явище називається екоцид – злочини, скоєні проти природи [1,3].

Атмосферне повітря – життєво важливий компонент навколишнього природного середовища, який являє собою природну суміш газів, що знаходиться за межами жилих, виробничих та інших приміщень.

Якість повітря відіграє важливу роль для живих організмів, тому необхідно постійно контролювати його параметри та не допускати перевищень граничнодопустимих концентрацій забруднюючих речовин в ньому.

Ворожі снаряди, які щодня влучають у нашу критичну інфраструктуру та житлові будинки, спричиняють значні загоряння, у тому числі лісів. Це призводить до значного забруднення атмосферного повітря небезпечними речовинами [2].

Під час детонації ракет та снарядів утворюється низка хімічних сполук – чадний газ, бурий газ, діоксид азоту, формальдегід тощо. Під час вибуху всі речовини проходять повне окиснення, а продукти хімічної реакції вивільнюються в атмосферу.

Варто враховувати, що окупант обстрілює наші нафтобази, промислові підприємства, які використовують у своїй діяльності різні хімічні речовини. А це також десятки тисяч тонн вивільнених в атмосферу шкідливих речовин.

При цьому забруднене повітря не має кордонів. Викиди в атмосферне повітря, що були спричинені воєнною агресією РФ на території України, переносяться, осідають та мають вплив на території інших держав, іноді на відстані в тисячі кілометрів.

Окрема тема – заміновані території. Розриви мін призводять до забруднення ґрунтів важкими металами – свинцем, стронцієм, титаном, кадмієм, нікелем. Це робить ґрунт небезпечним, а в деяких випадках – непридатним для подальшого сільськогосподарського використання. Також вибухи призводять до виникнення лісових пожеж. Тож знову повертаємося до проблем викидів в атмосферу і продовольчої безпеки. Циклічність наслідків та взаємопов'язаність процесів очевидна.

Станом на травень 2023 року у результаті бойових дій в атмосферне повітря вже потрапило близько 1,2 мільйона тонн забруднюючих речовин, включаючи 430 тисяч тонн оксиду вуглецю, 700 тисяч тонн пилу та 40 тисяч тонн неметанових летких органічних сполук, а також значна кількість важких металів та інших шкідливих речовин[2].

Україна з початку війни стикається зі значними наслідками бойових дій, які призвели не тільки до прямих руйнувань та економічних втрат, а ще й

вплинули на стан навколишнього середовища та спричинили значні викиди забруднюючих речовин у повітря.

Наслідки цих викидів виявилися катастрофічними, загальні збитки вже сягнули практично \$4,2 млрд. Зокрема, \$1,8 млрд становить шкода від лісових пожеж, \$1,6 млрд — від трав'яних пожеж та \$752 млн – від горіння нафти та нафтопродуктів. Ця сума наразі не враховує прямих збитків, завдані внаслідок підризу російськими окупантами Каховської ГЕС на Херсонщині 6 червня 2023 року (рис. 1) [2,4].

Після війни ми будемо пожинати плоди бойових дій – руйнування екосистем, забруднення ґрунтів, зменшення біорізноманіття, зростання кількості шкідників у лісах. Крім того, відбудова країни потребуватиме значної кількості природних ресурсів. Також є ризик невиконання Україною вже поставлених кліматичних цілей, адже війна – це внесок у зміну клімату, а відновлення країни неминуче буде супроводжуватись значними викидами парникових газів.



Рисунок 1 – Обсяги збитків від викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, млн. дол [1]

Також важливо, щоб план відновлення України включав заходи з відновлення та збереження екосистем, а до планів із відбудови населених пунктів включати природоорієнтовані рішення та заходи з адаптації до зміни клімату.

Література

1. Повітря війни: де найбільше забруднення URL: <https://dailyviv.com/news/pryroda/povitrya-yiiny-v-ukrayini-vdykhnulo-blyzko-12-miliona-tonn-shkidlyvykh-rechovyn-112065> (дата звернення 10.10.2023)
2. природа та війна: як військове вторгнення росії впливає ана природу України. URL: https://ecoaction.org.ua/pryroda-ta-vijna.html?gclid=CjwKCAjwr_CnBhA0EiwAci5sinU1nH4WpkwrSxtzKOAzmwX6uYE-9cVr8ZXwQfQt398D8YAccrjp-RoCE5UQAvD_BwE (дата звернення 10.10.2023)
3. Ангурець О., Хазан П., Колесникова К. Управління якістю атмосферного повітря: від концепції до впровадження. Арніка, 2021. URL: <https://cleanair.org.ua/publication/upravlinnya-yakistyu-atmosfernoho-povitrya/> (дата звернення 10.10.2023)
4. Про припинення заходів державного нагляду (контролю) і державного ринкового нагляду в умовах воєнного стану. Постанова КМУ № 303 від 13.03.2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/303-2022-%D0%BF#Text> (дата звернення 10.10.2023)

ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ ПІД ЧАС РОСІЙСЬКОЇ АГРЕСІЇ В УКРАЇНІ: ЕКОЛОГІЧНІ ВИКЛИКИ ТА НАСЛІДКИ

КУЗІНА Н. А.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
natakyzya18@gmail.com

Під час російської агресії в Україні, яка почалася у 2014 році, країна стикнулася з найскладнішими викликами, не тільки геополітичними, але й екологічними. Конфлікт призвів до руйнування інфраструктури, масового викиду забруднюючих речовин в атмосферу, а також серйозного забруднення ґрунтів на території України. Забруднення ґрунтів є однією з найбільш актуальних та нагальних проблем, які виникають під час конфліктів, і воно має серйозні наслідки для здоров'я людей, екосистеми та природи загалом.

Здійснення військових операцій та рух важкої техніки на території України, а також будівництво фортифікаційних споруд під час російської агресії призводять до серйозного пошкодження ґрунтового покриву. Це, в свою чергу, спричинює деградацію рослинного покриву та підвищення рівня ерозії, яка може бути вітровою чи водною.

У великих масштабах рух важкої техніки та бойові дії призводять до руйнування природних ландшафтів, витіснення рослин і втрати біорізноманітності. Водночас будівництво об'єктів фортифікації може змінювати

гідрологічний режим території, що має подальший вплив на ґрунтові ресурси та водні екосистеми.

У більш малих масштабах, але з більшою різноманітністю можливих впливів, залишки бойових дій, такі як згорілі танки, транспортні засоби і збиті літаки, стають джерелом забруднення для ґрунту. Ці залишки можуть містити токсичні речовини, пальне, смажені масла та інші шкідливі сполуки, які потрапляють у ґрунт та можуть мати негативний вплив на екосистеми та здоров'я людей.

Під час детонації ракет та артилерійських снарядів в атмосфері виникає ціла низка хімічних реакцій, що призводять до утворення шкідливих речовин. Основні з них включають чадний газ, вуглекислий газ, водяну пару, бурий газ, закис азоту, діоксид азоту, формальдегід, пари ціанистої кислоти, азот та інші токсичні сполуки. Ці речовини можуть мати серйозний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людей.

В атмосфері оксиди сірки та азоту, які утворюються під час детонації, можуть спричинити утворення кислотних дощів. Кислотні дощі мають негативний вплив на ґрунти, змінюючи їхній рН та можуть викликати опіки рослин. Особливо чутливими до цього є хвойні дерева. Крім того, кислотні дощі можуть шкодити організму людини, інших ссавців та птахів, впливаючи на стан слизових оболонок та органів дихання.

Металеві уламки снарядів, які потрапляють у навколишнє середовище, не можуть бути вважані безпечними або інертними. Наприклад, чавун із домішками сталі, який часто використовується для виробництва оболонок боєприпасів, містить не тільки залізо та вуглець, але також сірку та мідь. Ці речовини, коли вони потрапляють до ґрунту, можуть взаємодіяти з ним і мати серйозний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людей.

Сполуки сірки та міді можуть мігрувати через ґрунт та, в окремих випадках, до ґрунтових вод. З цього результуює можливість потрапляння цих речовин до харчових ланцюгів. Це може впливати на здоров'я тварин та людей, які споживають продукти харчування, вирощені на забруднених землях.

Забруднення ґрунтів паливно-мастильними матеріалами та іншими нафтопродуктами є серйозною проблемою та наслідком руху та пошкоджень сухопутної військової техніки. Це забруднення призводить до ряду негативних екологічних наслідків для ґрунтів та навколишнього середовища.

При потраплянні паливно-мастильних матеріалів до ґрунту спостерігається зниження водопроникності, витіснення кисню та порушення біохімічних і мікробіологічних процесів. Це призводить до погіршення водного

та повітряного режиму ґрунту, порушення колообігу поживних речовин і газів, а також має негативний вплив на кореневе живлення рослин.

Наслідком цього є гальмування росту та розвитку рослин, а в окремих випадках – їх загибель. Забруднення нафтопродуктами може спричинити значну екологічну руйнацію насаджень та призвести до зниження родючості ґрунтів на значний період часу.

Таким чином, забруднення ґрунтів нафтопродуктами є серйозною загрозою для якості ґрунту та довкілля загалом, і вимагає вжиття заходів для мінімізації цього впливу та відновлення природних ресурсів на постраждалих територіях [1].

Література

1. Олена Яценю. Випалена й забруднена земля: як загарбницька війна Росії вбиває українські ґрунти. Екополітика від 09.06.2022 року. URL: <https://ecopolitic.com.ua/ua/news/vipalena-j-zabrudnena-zemlya-yak-zagarnicka-vijna-rosii-vbivaie-ukrainski-grunti/> (дата звернення: 06.09.2023)

РЕВІТАЛІЗАЦІЯ, РЕКРЕАЦІЯ ТА ПОСТМАЙНІНГ ГІРНИЧО-ДОБУВНОЇ ГАЛУЗІ ВІННИЧЧИНИ

ПЕТРУК В. Г., ЄРМАКОВ В. М., ЛУБЕНСЬКА Н. В., ПЕТРУК Р. В.

Вінницький національний технічний університет

petrukrv@vntu.edu.ua

Постмайнінг гірничо-добувних підприємств, і, у першу чергу, закритих шахт, як і інших об'єктів хімічної, металургійної, теплоенергетичної галузей – це процес ревіталізації, рекреації та рекультивуації порушених територій і створення нових можливостей для розвитку економіки та соціальної інфраструктури на залишках цих об'єктів, який включає в себе різноманітні процеси очищення, фіторе mediaційні методи, повторне використання забруднених та порушених територій, ґрунтів, ландшафтів тощо. Метою постмайнінгу також є зменшення негативного впливу на довкілля та здоров'я людей, а також створення нових можливостей для розвитку місцевого регіону. В результаті постмайнінгових заходів і робіт можливе створення різноманітних економічних та соціальних об'єктів: парків, спортивних майданчиків, зон для відпочинку, мальовничих

ландшафтів та краєвидів, привабливих інвестиційних проєктів, розвитку екотуризму, «зеленої економіки» та ін.

Відтак, увесь цей процес має відбуватися виключно за науково-виробничим комплексом постмайнінгу, який ґрунтується на запобіганні небезпечним змінам геологічного середовища, підтопленню земель, виділенню токсичних газів, витоків забруднених вод, негативному впливу на екосистеми та ін.

Зрозуміло, що найбільше постмайнінгових робіт потребують провідні українські гірничо-добувні регіони (Донбас, Кривбас, Карпатський регіон тощо). Однак і Вінниччина має низку проблем, пов'язаних із наявністю у області значної кількості гірничорудних і добувних об'єктів, зокрема кар'єрів, а також теплоенергетичних та хімічних підприємств, діяльність і неконтрольоване закриття яких призвело до появи порушених територій і ландшафтів, накопичених значних об'ємів відходів, зокрема золошлакових, небезпечних змін екологічного стану тощо.

При цьому Вінниччина володіє значною кількістю кар'єрів по видобутку різних корисних копалин, зокрема, гранітів, глин, у тому числі каолінів, вапняків та ін. Більшість із них вже припинили свою діяльність і є затопленими, наприклад: Могилівський, Черепашинський, частина Глухівецького, Іванівський, Губницький тощо. Крім того, є багато діючих кар'єрів, зокрема: Стрижавський, Малинівський, Якимівський, Писарівський, Сабарівський, Жежелівський, Погребищанський, а також спецкар'єри:

- Іллінецький: по видобутку декоративного та будівельного каміння, вапняку, гіпсу, крейди та глинистого сланцю;
- Іванівський: по видобутку абразивного каміння та ін.

В області також наявні території, де зберігаються фосфогіпси від колишнього Вінницького хімзаводу, відходи Ладжинської ТЕС, значна кількість несанкціонованих звалищ як побутових, так і промислових відходів тощо.

При цьому некерованість більшості цих кар'єрів, які здебільшого мають незворотний характер, та ще за умови ускладнювальних чинників війни, а також глобальних змін клімату тощо, може призвести до негативних екологічних наслідків довгочасного та регіонального і транскордонного характеру.

Тому головними завданнями впровадження постмайнінгу, спрямованого на підвищення безпеки місцевого населення можуть бути такі заходи:

- удосконалення системи прогнозування змін основних життєзабезпечувальних складників довкілля;

- модернізація структури моніторингу з впровадженням математичних компенсаційних моделей діяльності гірничо-рудних районів та використанням технологій ГІС тощо;
- наукове обґрунтування граничних змін екологічних параметрів складників і впливних факторів на довкілля та довгострокової екологічної безпеки та безпеки життєдіяльності;
- забезпечення стійкої експлуатації об'єктів критичної інфраструктури та інші природоохоронні заходи;
- невідкладне виконання робіт в повоєнний період по ревіталізації, рекреації та створення на місці гірничорудних об'єктів привабливих «зелених» зон, впровадження відповідних інноваційно-інвестиційних проєктів з метою створення сучасних соціально-економічних об'єктів;
- реструктуризації гірничих комплексів за прикладом передових країн ЄС [1–5].

Література

1. Андреев В. П., Екологічні проблеми гірничої промисловості. К.: Інтернаука, 2016., 430 с.
2. Постанова КМУ від 31 серпня 1999 р., №1606 «Про концепцію поліпшення екологічного становища гірничодобувних регіонів України». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1606-99-п#Text> (дата звернення: 14.10.2023)
3. Рудько Г.І. Ресурси геологічного середовища та екологічна безпека техноприродних геосистем. Монографія. Київ: ЗАТ «Нічлава», 2006. 464 с.
4. Рудько Г.І., Яковлев Є.О. Постмайнінг гірничодобувних регіонів України як новий напрям еколого безпечного використання мінерально-сировинних ресурсів. Мінеральні ресурси України, 2020. №3. С.37-44.
5. Петрук Р.В., Петрук В.Г., Кравець Н.М. Аналіз стану інтегрованого управління екологічною безпекою багатотоннажних промислових відходів на Вінниччині. Екологічні науки, 2022. №7(34). С. 215–218.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ В УКРАЇНІ НА ПРИРОДНІ ЕКОСИСТЕМИ

НИЧКАЛЮК Г. В., МАЛИШЕВА К. Д.

Державний університет інфраструктури та технологій

nychkalyuk_gv@gsuite.duit.edu.ua, malysheva_kd@gsuite.duit.edu.ua

Повномасштабне вторгнення росії в Україну з 24 лютого вже завдало значної шкоди людям та інфраструктурі в районах, де тривають бойові дії. Однак війна також впливає на дику природу.

Наразі навіть неможливо повністю оцінити вплив війни на довкілля через брак точної інформації. На це є дві причини. По-перше, тривають активні бойові дії, що робить небезпечним для експертів навіть збір цих даних. По-друге, з тактичних міркувань не вся інформація може бути оприлюднена.

Однак очевидно, що чим довше затягується війна, тим більшої шкоди вона завдає довкіллю і тим більше наслідків матиме в майбутньому.

Природні екосистеми в Україні зазнали прямого та опосередкованого впливу військових дій. Як екосистеми, так і їхні окремі компоненти (грунт, вода, дерева тощо) були пошкоджені в різних ситуаціях.

Екосистеми складаються з двох взаємопов'язаних підсистем: біологічних угруповань (біоценозів) і біогенного середовища (біотопів) [1].

Повне руйнування екосистеми означає знищення всіх її компонентів. Це загибель рослин, тварин і мікроорганізмів, знищення родючих шарів ґрунту, а іноді й зміна мікрорельєфу. Руйнування окремих компонентів екосистеми є ще одним серйозним впливом, який може призвести до деградації або повної трансформації екосистеми.

Прямі влучання снарядів у природні екологічні зони призводять до фізичного знищення екосистеми або її окремих компонентів, що призводить до загибелі рослинності, диких тварин і місць їхнього проживання на ураженій території. Вони також змінюють мікротопографію місцевості, вносять забруднюючі речовини та спричиняють температурні впливи через пожежі та інші фактори.

Більшість біорізноманіття, включаючи види, що охороняються, зосереджена в природних екосистемах. Флора і фауна (безхребетні та хребетні) у міських екосистемах – це флора і фауна парків, відкритих просторів, незахищених зелених насаджень та територій природно-заповідного фонду в межах населених пунктів.

Пошкодження природних екосистем та біорізноманіття внаслідок військової агресії росії, за типом походження, бувають:

- механічні (уламки, тверді частинки);
- хімічні (наприклад, хімічні речовини, хімічне забруднення); та
- фізичні (наприклад, шум, вібрація).

За даними Державної екологічної інспекції України у лютому–липні 2022 року зафіксовано факти, що впливають на стан природних екосистем [2]. Зафіксовано понад 38 випадків знищення рослинного покриву внаслідок

обстрілів та пожеж у лісових масивах лісогосподарських підприємств, степових та очеретяних біогеографічних територіях, у тому числі понад дев'ять випадків пошкодження територій та об'єктів природно-заповідного фонду. За даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України [3], станом на серпень 2022 року 2,9 млн га лісів постраждали від війни, а 812 територій та об'єктів природно-заповідного фонду (20%, 0,9 млн га) опинилися під загрозою та під впливом військових дій.

Земельні ресурси, які є середовищем існування ґрунтових організмів, зазнають механічного та хімічного забруднення. В результаті кожного обстрілу, крім пливу самого снаряда, земельні ресурси забруднюються уламками будівель і техніки, частинами і шматками виробів та їх пакувальних матеріалів, з яких розливаються рідкі компоненти, що містять отруйні речовини.

Окремої уваги заслуговують зоологічні парки природно-заповідного фонду, зокрема Миколаївський, Харківський, Київський, регіональний ландшафтний парк «Фельдман-Екопарк» (Харків), науково-навчальний комплекс «Акваріум» (Дніпровський національний університет ім. О. Гончара, Дніпро), кінні клуби та інші природоохоронні та освітні об'єкти. Всі вони зазнали негативного впливу. Були й прямі пошкодження, зокрема обстріли, загибель тварин, пошкодження території та інфраструктури. Інші постраждали опосередковано через відключення електроенергії, нестачу корму для худоби та неможливість підтримувати належний температурний режим [4].

За даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів, станом на 1 березня 2022 року, за попередніми оцінками, окупанти вели бойові дії на території 900 природно-заповідних об'єктів, площею 12406,6 кв. км, що становить близько третини площі природно-заповідного фонду України.

Під загрозою знищення опинилися близько 200 об'єктів Смарагдової мережі, що охоплюють 2,9 мільйона гектарів. Смарагдова мережа – це мережа природоохоронних територій, створених для захисту видів та оселищ, які потребують охорони на європейському рівні, але знаходяться в країнах, що не є членами Європейського союзу. Це місця існування тисяч видів флори та фауни [5]. Ці території відіграють важливу роль у збереженні біорізноманіття та захисті клімату. Місця проживання деяких рідкісних та ендемічних видів, такі як недосліджені степи, крейдянні схили Донецької області, прибережні біотопи в південних регіонах та водно-болотні угіддя на півночі, зазнають впливу активних бойових дій, які загрожують їхньому існуванню [6].

Також окупаційні війська знищують ліси та використовують їхню деревину для будівництва укріплень, інфраструктури, опалення та приготування їжі.

Природні екосистеми, в тому числі території та об'єкти природно-заповідного фонду, перебувають під сильним антропогенним впливом ще до початку повномасштабного вторгнення (а природні території Донецької та Луганської областей – до 2014 року). Внаслідок бойових дій постраждали не лише території, де ведуться або велися активні бойові дії, але й території, що регулярно зазнають ракетних обстрілів та інших видів впливу. Оцінка та підрахунок остаточної шкоди, завданої довкіллю в цілому та окремим його компонентам, зокрема біорізноманіттю, внаслідок російської агресії, є масштабним завданням, яке може бути повноцінно виконане лише після завершення бойових дій. Комплексна оцінка вимагає проведення моніторингових досліджень, у тому числі спостережень за динамікою біологічних популяцій.

Література

1. Сафранов Т.А. Екологічні основи природокористування. Одеса: ОДЕКУ, 2002. 226 с.
2. Державна екологічна інспекція України URL: <https://www.dei.gov.ua/posts/2226> (дата звернення 13.10.2021)
3. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України <https://mepr.gov.ua/news/39684.html> (дата звернення 13.10.2021)
4. Парфенюк Г.І. Моніторинг довкілля. Житомир. 2021. 99 с.
5. Величко О. М., Зеркалов Д. В. Екологічний моніторинг / К.: Науковий світ, 2001. 205 с.
6. Крайнюков О. М. Моніторинг довкілля / Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2009. 176 с.

ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ В УКРАЇНІ: ФАКТОРИ ВПЛИВУ

СОРОЧИНСЬКА О. Л., КРАЛЕВИЧ А. В.

Державний університет інфраструктури та технологій
ellena06.84@ukr.net, kralevysh_av@gsuite.duit.edu.ua

Війна російської федерації в Україні є першим міжнародним конфліктом за останні 20 років, який завдав такої серйозної і непоправної шкоди

навколишньому середовищу. Майже 2 роки тому росія здійснила відкритий військовий напад на Україну. Війна має серйозний негативний вплив на навколишнє середовище, включаючи ґрунт, повітря, водосховища, лісові пожежі, пошкодження природних заповідників, руйнування екосистем та загрозу ядерної небезпеки. На сьогоднішній день відомо майже про 257 випадків екоциду: це і підриви складів паливно-мастильних матеріалів, сховищ нафтопродуктів з відповідними екологічними наслідками; це і авіаудари по підприємствах, які використовують небезпечні хімічні речовини у своєму виробництві: це пошкодження і руйнування очисних споруд, скидання стічних вод у водойми, а також пошкодження ґрунтового покриву, горіння лісів.

Крім того, війна в Україні негативно впливає на клімат всієї планети, зумовлюючи значні викиди вуглекислого газу та інших парникових газів.

Проміжна оцінка викидів парникових газів у ключових районах, безпосередньо спричинених війною, показує, що лише за перші 7 місяців бойових дій викиди досягнуть що найменше 1 мільярда тонн CO² екв. Це можна порівняти з щорічними викидами в таких країнах, як Бельгія.

Одним з найбільш серйозних довгострокових наслідків для екосистеми є хімічне забруднення місць масового застосування боєприпасів. Крім того, техногенні катастрофи завдають серйозної шкоди навколишньому середовищу в результаті бомбардувань і обстрілів підприємств і важливих об'єктів інфраструктури в нашій країні. Крім того, застосування російських ракет великої дальності призводить до техногенних катастроф по всій Україні, особливо в промислово розвинених регіонах, де зосереджені підприємства енергетичної, гірничодобувної, переробної, хімічної та інших галузей промисловості.

Крім того, Україна – велика сільськогосподарська країна, важливою частиною нашої економіки є виробництво і експорт сільськогосподарської продукції. Україна відноситься до держави з високою обробленістю земель. Сільськогосподарські угіддя становлять 70,5% від загальної площі країни, з яких 57% – орні землі (в деяких районах до 86%) [1]. В результаті бойових дій ми отримали значні механічні пошкодження на нашому полі і тривале хімічне та біологічне забруднення родючого ґрунту. Були випущені тисячі снарядів, військова техніка була підірвана, спалена і кинута на полях і насадженнях – це важлива і довготривала причина забруднення ґрунту і ґрунтових вод залізом, алюмінієм, міддю та іншими важкими металами і їх сполуками протягом сотень років.

Необхідно зауважити, що ці оцінки включають лише використання артилерійських снарядів. Дослідники вважають, що ще 30 % викидів можуть бути пов'язані з використанням інших вибухових речовин і боєприпасів, таких як снаряди малого калібру, міномети середньої тяжкості, міни, гранати, безпілотні бомбардувальники, боєприпаси до танкових гармат, артилерійські снаряди і авіаційні ракети.

Україна відноситься до держави з недостатньою забезпеченістю водними ресурсами (поверхневими і підземними водами, придатними для використання в народному господарстві України). Наша країна є однією з найменш багатих водою країн Європи [2]. Затоплена військова техніка і боєприпаси, вимивання в ґрунтові води, проникнення в поверхневі води ряду шкідливих речовин, що утворюються в результаті вибухів боєприпасів, – все це негативно позначається на водних ресурсах.

Ключовим компонентом військових операцій є викопне паливо, оскільки воно використовується для заправки танків і бронетехніки, літаків та іншої військової техніки. Паливо використовується для військових операцій, оперативних втручань, передислокації військ і навіть підготовки в режимі очікування.

Споживання великої кількості палива призводить до значних викидів парникових газів і пов'язаних з війною кліматичних впливів. Кількісна оцінка споживання викопного палива дуже складна через обмежену доступність інформації. Експерти називають попередню цифру в 200 мільйонів тонн CO₂ екв.

Пожежі, викликані артобстрілами, бомбардуваннями і мінуванням, також завдають великої шкоди як навколишньому середовищу, так і клімату.

Достеменно відомо, що бойові дії призвели до значного збільшення як кількості, так і площі пожеж: при спостереженнях за 7 місяців кількість пожеж площею більше 1 гектар збільшилася на 122 рази в порівнянні з аналогічним періодом в 2021 році, а їх загальна площа збільшилася в 38 разів.

Пожежі є потужним джерелом викидів парникових газів. Щільність викидів парникових газів від пожеж у зонах бойових дій у 17 разів вища, ніж в інших регіонах України. 79% викидів парникових газів в наслідок пожеж, пов'язаних з війною, припадає на 20% території України, там де активна зона бойових дій.

Загальний обсяг викидів парникових газів від пожеж, спричинених війною, за оцінками дослідників становить понад 23 млн 700 тис. тонн.

За даними Державної екологічної інспекції України, що наводяться у дайджестах [3] (дайджести наведені з лютого по липень 2022 року), зареєстровані факти, що мали вплив на стан атмосферного повітря:

- попадання у промислові об'єкти, об'єкти інфраструктури – понад 129 фактів;
- попадання в об'єкти військової інфраструктури – понад 20 фактів;
- попадання в нафтобази, нафтопереробні заводи, родовища, АЗС – понад 42 факти;
- попадання у газопроводи – понад 15 фактів;
- пожежі у лісових масивах лісових господарств, у природних екосистемах, сільськогосподарських угіддях – понад 29 фактів.

Зруйновано або пошкоджена цивільна інфраструктура є ключовим компонентом шкоди клімату, заподіяної вторгненням росії в Україну. Деякі ремонтні роботи проводиться під час війни, але більша частина реставрації або реконструкції буде проводитися після закінчення військових дій. Ці відновлювальні роботи вимагають значної кількості будівельних матеріалів, і для транспортування цих матеріалів на будівельний майданчик для виконання робіт потрібна енергія. В цілому, відновлення України призведе до значних викидів парникових газів. Якщо припустити, що всі пошкоджені за час дослідження будинки, освітні, медичні, культурні та інші заклади будуть відновлені (відбудовані наново чи відремонтовані), викиди парникових газів складуть понад 48 млн тонн CO₂ екв.

Також треба зазначити про один із найбільших актів екоциду, що здійснила окупаційна влада російської федерації – знищення греблі Каховської гідроелектростанції. Це найбільша на континенті техногенна катастрофа з часів Чорнобильської трагедії. За офіційними даними пресслужби «Укргідроенерго» внаслідок руйнування Каховської ГЕС у воду потрапило понад 450 т машинного масла, а площа підтоплених сільськогосподарських угідь склала близько 1300 га [4].

Література

1. Паньків З.П. Земельні ресурси: Навчальний посібник. Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. 272 с.

2. Томільцева А.І., Яцик А.В., Мокін В.Б. Екологічні основи управління водними ресурсами: навч. посіб. К.: Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. 200 с.
3. Державна екологічна інспекція України URL:<https://www.dei.gov.ua/posts/2226> (дата звертання: 12.09.2023)
4. Каховська ГЕС. Що ми втратили? URL:https://uhe.gov.ua/media_tsentri/novyny/kakhovska-ges-scho-mi-vtratali (дата звертання: 12.09.2023)

ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА СТАН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ УКРАЇНИ

ЧМИР І. С.

*Національний університет «Львівська політехніка»
irachmir2701@gmail.com*

Дата 24 лютого 2022 року стала поділом на «до» і «після» для всієї України. Життя кожного українця зазнало безповоротних змін. Події торкнулися кожної сфери життя і, зокрема, українського довкілля. Забруднення підземних вод, водойм, морів, підтоплення площ і просідання ґрунту, забруднення атмосферного повітря, знищення і псування об'єктів природно-заповідного фонду, лісові пожежі – невичерпний список наслідків повномасштабного російського вторгнення до України.

Від початку повномасштабного вторгнення військові російської федерації завдали понад 5 тис. ракетних і близько 3,5 тис. авіаційних ударів по об'єктах на території України. Понад 180 тис. квадратних кілометрів українських земель, уражених російськими окупантами, необхідно обстежити на мінно-вибухові речовини [1].

Одними з перших постраждали нафтобази (саме вони в різних регіонах стали найпоширенішою категорією об'єктів техногенної небезпеки, що піддавались цілеспрямованим обстрілам). Всього постраждало не менше 60 нафтобаз та інших сховищ паливно-мастильних матеріалів у 23 областях [2]. Аби уявити масштаби трагедії, згідно оцінки експертів, під час однієї пожежі на нафтобазі виділяється приблизно стільки ж атмосферного забруднення, скільки виробляє весь транспорт Києва за місяць. Серед забрудників: вуглеводні, діоксид азоту, сірчистий ангідрид, сірководень, формальдегід і сажа [3].

Другою групою цілеспрямованих обстрілів стали склади легкозаймистих речовин (лаки, фарби) та великі будівельні супермаркети мережі «Епіцентр». Потужна пожежа охопила найбільший ринок Європи – Барабашово (м. Харків). Зазначається, що під час горіння відбулось забруднення атмосферного повітря неорганізованими викидами речовин.[2]

Інші об'єкти, що стали джерелом забруднення атмосфери внаслідок обстрілів, стали газопроводи. До прикладу, зруйнований газопровід у Харкові, що спричинило потужний вибух та ударну хвилю, яка пошкодила будівлі в житлових районах міста, у м. Світлодарську, де масштабна пожежа тривала кілька годин. Того ж дня авіація ворога завдала удару по газовій магістралі Донецьк–Маріуполь, де стався вибух і пожежа; по газопроводу на підприємстві Авдіївський коксохім, 23.03 — по газопроводу в м.Тростянці [2].

Проте не зважаючи на постійні обстріли росією усєї території України, можна зробити висновок, що в 2022 році, у порівнянні з 2021, спостерігається зниження забруднення атмосферного повітря. Особливо в тих областях, де ведуться активні бойові дії. Розглянемо це на прикладі декількох міст, а саме Маріуполь, Енергодар, Світлодарськ, Запоріжжя (табл. 1).

Щодо сумарних обсягів викидів по областях, то можна побачити за 2021 рік найбільше промислове забруднення саме в регіонах з традиційно найбільшою щільністю розміщення промислових об'єктів, тобто Запорізька та Донецька області. У 2022 році спостерігається суттєве зменшення промислового навантаження та обсягів викидів саме у регіонах, що лідирували за обсягами у 2021 році. Це безпосередньо пов'язано з агресією росії на території України, оскільки ці області знаходять близько або безпосередньо в зоні бойових дій [4].

Таблиця 1 – Забруднення атмосферного повітря у 2021 та 2022 р.р.

Місто	Викидів тонн/рік 2021	Викидів тонн/рік 2022	Викидів тонн/рік 2021–2022	Приріст тонн/рік 2021 – 2022
Маріуполь	333 610,78	229,53	-333 381,25	-48,91 %
Енергодар	76 524,30	17 214,86	-59 309,43	-92,16 %
Світлодарськ	70 528,60	0,00	-70 528,60	-30,13 %
Запоріжжя	67 627,40	46 380,63	-21 246,78	-15,99 %

Тож, якщо розглянути дельту (зміну) обсягів викидів забруднюючих речовин по регіонах, то спостерігаємо, значне зменшення в традиційних промислових регіонах та помітне зменшення майже по всій території України в межах до – 100 000 тонн на рік (табл. 2).

Таку ж тенденцію, спостерігаємо по всій території України, яку можна продемонструвати на прикладі міст, в яких не ведуться активні бойові дії.

Отже, внаслідок повномасштабного вторгнення росії у південно-східних областях спостерігається тенденція до суттєвого зменшення кількості діючих підприємств. Це безпосередньо пов'язано із бойовими діями, що ведуться на території цих областей, або в областях, прилеглих до лінії розмежування. Зменшення економічної активності в регіоні суттєво впливає на його розвиток, що може привести до стагнації економічного сектору в цих областях. Суттєве зменшення викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря показує яке промислове навантаження несуть всі області України, де розташовані великі підприємства забруднювачі.

Таблиця 2 – Сумарні обсяги викидів по областях

Тернопіль	Гідрометцентр		
	2021	2022	D
Завислі речовини	0,68	0,60	-11,71%
Діоксид азоту	1,32	1,21	-8,48%
Оксид азоту	0,49	0,46	-5,09%
Діоксид сірки	0,10	0,10	-3,49%
Оксид вуглецю	0,74	0,88	19,21%
Формальдегід	1,02	0,98	-3,71%
Фтористий водень	-	0,44	-
Завислі речовини	2,04	1,97	-3,45%
Аміак	0,34	0,32	-4,75%
Діоксид азоту	1,87	1,79	-4,73%
Оксид азоту	0,59	0,53	-10,37%
Діоксид сірки	0,77	0,71	-7,32%
Оксид вуглецю	0,62	0,66	7,44%
Формальдегід	1,30	1,28	-1,79%

Поліпшення якості атмосферного повітря в регіонах безпосередньо пов'язано із зупинкою підприємств або їх обмеженою роботою. Таке поліпшення, у разі відмови від проведення модернізації та екологізації промислових процесів на підприємствах, буде існувати доки ведуться бойові дії. Якщо, після перемоги подальше відновлення підприємств не базуватиметься на засадах проєвропейських екологічних реформ, то показники викидів забруднюючих речовин повернуться до показника, що ми мали до повномасштабного вторгнення.

Література

1. Війна та екологія: чому природа стає жертвою збройного конфлікту URL: <https://iaa.org.ua/articles/vijna-ta-ekologiya-chomu-pryroda-staye-zhertvoyu-zbrojnogo-konfliktu/>
2. Екологічні наслідки російського вторгнення в Україну (з 2022), Вікіпедія URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Екологічні_наслідки_російського_вторгнення_в_Україну_\(з_2022\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Екологічні_наслідки_російського_вторгнення_в_Україну_(з_2022)) (дата звернення 11.09.2023)
3. Вплив війни на навколишнє середовище URL: <https://rubryka.com/blog/impact-war-ecology/> (дата звернення 11.09.2023)
4. Якість атмосферного повітря в Україні до і під час повномасштабного вторгнення URL: <zvit-doslidzhennya.pdf> (savednipro.org) (дата звернення 11.09.2023)

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВОЄННИХ ДІЙ НА ГРУНТОВИЙ ПОКРИВ

КУЛІШ О. В, СТАЛІНСЬКА І. В.

*Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова
ukraina632@gmail.com, stalinskaairina5@gmail.com*

Повномасштабне вторгнення, що розпочалося 24 лютого 2022 року, завдало значних збитків навколишньому середовищу. Військові дії призвели до забруднення ґрунтів мінами, вибуховими пристроями, хімічними речовинами, паливом та іншими токсичними матеріалами. Це може призвести до серйозних наслідків як для здоров'я людини так і для стану навколишнього середовища.

Станом на жовтень 2023 року активні бойові дії тривають приблизно на 1300 кілометрах фронту. Бойові зіткнення проходять на полях, захисних лісосмугах, пасовищах та територіях ферм. На даний момент фронт стабілізувався на сільськогосподарських угіддях, що розорені. Щоденно

ведуться масові ракетно – артилерійські обстріли, скидаються керовані важкі авіабомби з досить великими зарядами вибухових речовин. До цього додається те, що російські окупаційні війська активно використовують фосфорні бомби, які спалюють все живе на значних територіях.

Згідно із даними офіційних джерел станом на серпень 2022 року, в найбільш активні дні протистояння на полі бою Росія випускала від 40 до 60 тисяч снарядів різного типу по позиціям українських оборонців. Відповідно Силами Оборони України випускалось по позиціям ворога близько до 5 тисяч снарядів різного типу. Наразі ця тенденція змінилась відповідно Сили Оборони України випускають від 4 до 7 тисяч снарядів різного типу [1] по позиціям ворога, а наш ворог від 10 до 30 тисяч. Ці показники є дуже динамічними які змінюються щоденно залежно від оперативного напрямку бойових дій. Ці показові данні дають нам уявлення про наслідки для ґрунтового покриву в зоні активних військових дій. Під час таких обстрілів відбувається значне механічне порушення ґрунтових покривів. Коли снаряд вибухає утворюються вирви від 0,5 до 1,5 метрів, в наслідок чого знищується рослинний шар та місця проживання різного типу ссавців, йде також зміна ґрунтового профілю, порушується гідрологічний цикл ґрунтів. Слід зауважити, що при обладнанні бойових позицій, копанні окопів та інших інженерно-захисних споруд йде також значне порушення ґрунтового покриву.

Під час вибуху боєприпасу відбувається звільнення значної кількості енергії, що може призвести до термічного та механічного впливу на навколишній ґрунт. Крім того, вибух може розірвати оболонку боєприпасу та вивільнити в середовище хімічні речовини, які могли бути частиною боєприпасу (наприклад, вибухівки, боєприпаси з хімічними заповнювачами тощо). Цей процес називається хімічною контамінацією ґрунту. Вибух може зруйнувати структуру ґрунту, що може ускладнити його відновлення та регенерацію. Хімічні речовини, які можуть викинутися в результаті вибуху, можуть забруднити ґрунт та перейти у ґрунтові води. Це, в свою чергу, може вплинути на екосистеми, рослинний та тваринний світ в даній області. Хімічна контамінація ґрунту пригнічує ріст рослин та інших культур на десятки років зменшуючи популяцію бактерій і тварин, які мешкають у даному середовищі. Слід звернути увагу на те, що рослини мають здатність акумулювати важкі метали, тож вживання продукції культурних рослин, які виростили на полях, де відбувалися активні обстріли є дуже небезпечним для здоров'я і життя людини.

Непрямим впливом на ґрунти є пожежі, які спричиняються через застосування запалювальних боєприпасів та фосфорних бомб [2]. Вогонь може нагрівати та руйнувати структуру ґрунту. Після чого верхній родючий шар ґрунту зазнає величезної шкоди та знищуються рослини разом з бактеріями та іншими представниками природнього світу, що вплине на ерозійні процеси та призведе до змін в ґрунтовому покриві. Пожежі можуть призвести до змін в гідрологічному режимі та ґрунтовому водорозподілі. Крім того, спалювання матеріалів може призвести до викиду токсичних речовин та твердих частинок у повітря, які можуть осісти на поверхні ґрунту.

Серйозною проблемою з екологічної точки зору є забруднення ґрунтів залишками боєприпасів, наприклад, такими як уламки сталі. Негативними наслідками для довкілля та здоров'я людей можуть бути: фізичне пошкодження ґрунту, зменшення родючості ґрунту, небезпека для ведення сільськогосподарської діяльності, негативний вплив на водні ресурси тощо.

Значний вплив на родючість ґрунтів буде мати такий процес як ущільнення, причиною якого є робота важкої техніки, різного роду вибухи, та обладнання інженерних укріплень, коли відбувається засипання та ущільнення поверх родючого шару ґрунту.

Також є очевидним те, що бойові дії несуть за собою людські жертви: масові людські захоронення або просто покинуті тіла просто неба. У воєнних конфліктах може бути складно забезпечити адекватні та безпечні місця для поховання загиблих, що може призвести до неконтрольованих поховань. В результаті чого відбувається процес розкладання біологічної речовини, який супроводжується значним виділенням отруйних речовин та міграцією хімічних сполук. Як наслідок, негативний вплив на ґрунт і водні джерела та ризик спалаху захворювань, особливо якщо не дотримуються необхідні санітарно-гігієнічні заходи.

В результаті масованих ракетних ударів Росії у 2022 році йшло масоване ураження тилового забезпечення українських військ, перш за все паливо – енергетичного сектору. В результаті цього були пошкоджені нафтосховища та нафтопереробні заводи, що стало причиною пожеж та витоків нафти у навколишнє середовище і безпосередньо на поверхню ґрунту. Нафтове забруднення створює небезпечну екологічну обстановку, яка веде до глибокої трансформації екологічних комплексів, що в свою чергу може призводити до масштабних забруднень поверхневих та ґрунтових вод. Під час самих прильотів

по об'єктам нафтоховищ, відбувається як правило вибух та подальша пожежа. В наслідок цього йде забруднення продуктами згоряння нафти ґрунту на дуже великі відстані (беручи до уваги ступінь аварії).

Враховуючи зазначене вище, приходимо до висновку, що аналіз впливу воєнних дій на ґрунтовий покрив є важливим аспектом вивчення екологічних наслідків військових конфліктів. Воєнні дії можуть мати серйозний негативний вплив на довкілля та ґрунтові ресурси, а це, в свою чергу, може призвести до важких екологічних проблем у майбутньому. Ось кілька аспектів, які слід врахувати при аналізі впливу воєнних дій на ґрунтовий покрив:

- фізичне пошкодження ґрунту;
- хімічне забруднення ґрунту;
- контамінація токсичними речовинами: воєнні дії можуть призвести до втрати та змін у природних біотопах, включаючи ліси, болота, степи тощо. Це може вплинути на життя рослин та тварин, включаючи види, які є вразливими чи яким загрожує вимирання;
- втрата біорізноманіття;
- винос гумусу з родючого шару ґрунту та ерозійні процеси;
- зміни в ґрунтовому водорозподілі: вибухи та інші воєнні дії можуть змінити гідрологічний режим, що може призвести до змін у ґрунтовому водорозподілі та гідрологічних властивостях ґрунту;
- вплив на сільське господарство та продовольчу структуру: воєнні дії можуть призвести до руйнування сільськогосподарських угідь, знищення врожаю та втрати сільськогосподарської інфраструктури.

Загалом, аналіз впливу воєнних дій на ґрунтовий покрив має важливе значення для розуміння екологічних наслідків військових конфліктів та розроблення стратегій відновлення та збереження природних ресурсів.

Література

1. LB.ua. ЗСУ витрачають щодня від 4 до 7 тисяч артилерійських снарядів URL:<http://surl.li/maaha> (дата звернення 10.10.23)
2. Сили Територіальної Оборони України. Вибухові боєприпаси посібник для України URL:<http://surl.li/maavp> (дата звернення 10.10.23)

АНАЛІЗ ПОШКОДЖЕННЯ ПРИРОДНИХ КОМПЛЕКСІВ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ «СВЯТІ ГОРИ» ВНАСЛІДОК ВОЄННИХ ДІЙ

БЛАЖКО І. А., ДЯДІН Д. В.

Харківський національний університет міського господарства

імені О.М.Бекетова

ivanna.blazhko@kname.edu.ua

Національний природний парк (НПП) «Святі Гори» представляє собою унікальний та надзвичайно цінний комплекс природних заповідних ландшафтів, архітектурних та історичних пам'яток, розташований на березі річки Сіверський Донець у Донецькій області.

Проте на жаль, українська земля зазнала важких випробувань через війну, і країна залишається в стані активних бойових дій. Ця війна призвела до серйозних наслідків для навколишнього середовища, а особливо вразила природно-заповідний фонд України. Серед тих територій, які постраждали найбільше, перебуває і НПП «Святі Гори».

Станом на початок березня 2022 року за даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України (Міндовкілля), бойові дії російського агресора вплинули на приблизно третину всієї площі природно-заповідного фонду України, що становить близько 12,4 тис. км² або 1,24 млн га. Ця військова активність стала загрозою для 900 заповідних об'єктів і територій. Поза тим, близько 200 територій, які входять до Смарагдової мережі, що охоплює площу приблизно 2,9 млн га, також перебувають під загрозою руйнування через російську військову агресію та окупацію.

Під час повномасштабного вторгнення російських збройних сил на територію розташування НПП «Святі гори» на Донеччині, за даними Міндовкілля, було знищено 70% соснових насаджень та зруйновано більше 5 тисяч гектарів лісу. На місці колишніх лісів залишилася вигоріла земля. Інфраструктура парку також значно постраждала. Приблизна вартість завданих збитків майну парку на даний момент оцінюється у близько 5,5 млн гривень.

Як свідчать відкриті інформаційні джерела, у квітні 2022 року територія НПП «Святі гори» зазнала перших значних пошкоджень унаслідок артилерійських і ракетних обстрілів, а до кінця місяця східна частина парку була окупована. Наприкінці травня зона окупації розширилась, перекриваючи

більшість територій парку, і з'явилися "сірі зони". Території парку, що потрапили в зону активних бойових дій, зазнали найбільшого негативного впливу на стан природних екосистем. Через попадання ракет і снарядів виникла значна кількість пожеж, що призвела до фізичного знищення ландшафтів, порушення природних процесів, загибелі тваринного світу, забруднення ґрунтів, водних ресурсів шкідливими речовинами та інших негативних наслідків. З червня по липень 2022 року зона окупації порівняно з попередніми місяцями збільшилась, і також розширилась зона активних дій у західній частині парку. У кінці серпня із західної сторони парку окуповані території почали активно звільняти. Наприкінці жовтня 2022 року всю територію парку було повністю звільнено, і лінія активних бойових дій була відсунута на далеку відстань. Утім, територія парку та прилеглі до нього ділянки залишилися щільно замінованими.

Для об'єктивного та достовірного визначення втрат і збитків, завданих військовими діями екосистемам та природним ресурсам парку, у поточних умовах необхідно використовувати інструменти дистанційних досліджень. Тому, методи ідентифікації порушень природних комплексів на основі матеріалів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та геоінформаційних систем (ГІС) стають вкрай важливими й актуальними. Проведений нами аналіз показав, що одними з найбільш інформативних матеріалів ДЗЗ є дані точок пожеж MODIS від NASA та супутникові знімки високої роздільної здатності (зокрема, Planet та Sentinel із роздільною здатністю 3–5 м). Період аналізу становив з квітня 2022 року (початок окупації) по жовтень 2022 року (звільнення території парку).

Точки MODIS, отримані в результаті супутникової радіометричної зйомки у діапазонах видимого, ближнього, середнього та теплового інфрачервоного випромінювання, вказують осередки загоряння (пожежі) за показником температури поверхні землі. За досліджений період на території парку було ідентифіковано 97 таких точок пожеж із яскравістю від 301,4 до 371,9 кельвінів. Для підтвердження та доповнення даних MODIS також ми провели візуальне розпізнавання ділянок пошкодження лісових масивів унаслідок бойових дій на супутникових знімках Planet. Під час завантаження знімків були встановлені такі критерії: просторова роздільна здатність – 3 м, відсутність хмар (хмарність < 5%), перекриття досліджуваної території, по можливості – прив'язка за датами до наявних точок пожеж у складі набору

даних MODIS. У результаті знімки Planet послуговували якісним доповненням до даних MODIS, оскільки останні за обраний нами період могли не відображати усіх пошкоджень. На рис. 1 зведені результати ідентифікації пошкоджень за обома наборами даних.

За отриманим набором даних нами також було проведено просторовий аналіз за розподілом всіх пошкоджень у функціональних зонах та лісництвах парку. Загалом найбільше пожеж спостерігалось у зоні регульованої рекреації – 125 точок, у зоні стаціонарної рекреації – 6 точок; заповідна зона мала також 6 точок пожеж; та найменша кількість пожеж спостерігалась у господарській зоні, що мала лише 3 точки пожеж. Аналізу розподілу точок пожеж за лісництвами показав, що найбільша кількість точок (47) виявлена на території, підпорядкованій Святогірському природоохоронному науково-дослідному відділу (ПНДВ) НПП «Святі Гори». Другим за кількістю точок є Ямпільське лісництво (42 точки), розташоване на півдні парку та Дробишевське лісництво з кількістю 19 точок. Найменшу кількість точок (6) знайдено на території Маяцького лісництва на західній стороні парку.

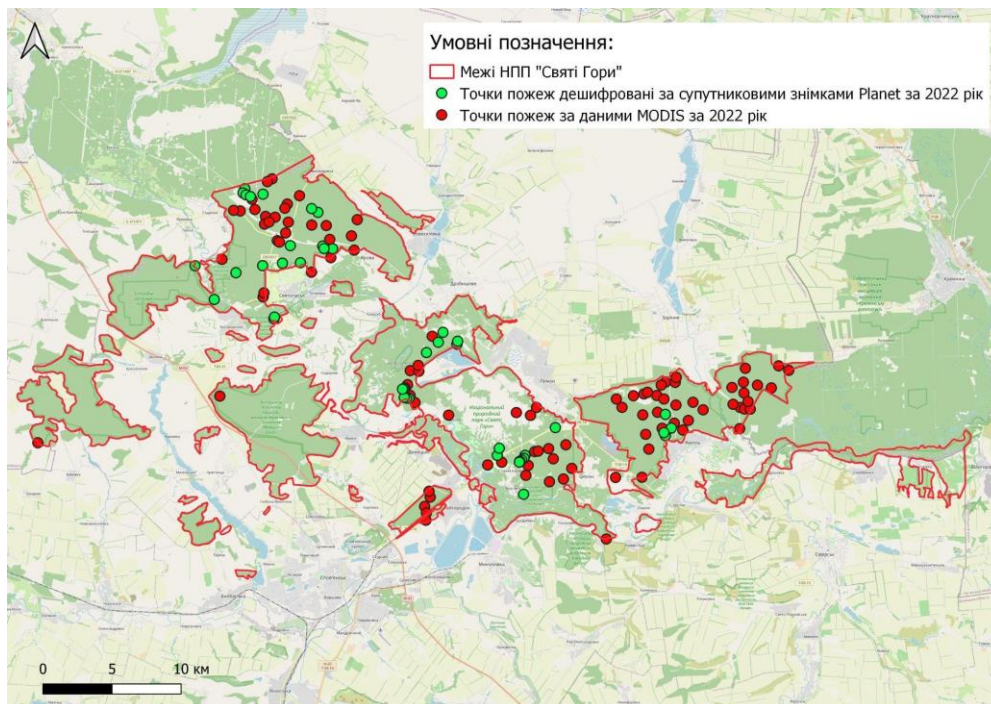


Рисунок 1 – Ідентифіковані точки пошкоджень природних комплексів НПП «Святі гори» (за даними точок пожеж MODIS та візуального дешифрування знімків Planet)

Наступним етапом в даній роботі планується оцінити площі

пошкоджених ділянок і, за умов наявності вхідних даних, ступінь шкоди рідкісним видам тварин і рослин. Отримані результати дозволять провести уточнені кількісні розрахунки економічних втрат для вимагання компенсації та репарацій від агресора на основі норм міжнародного права. Використані у роботі підходи щодо застосування ДЗЗ і ГІС для ідентифікації порушених ділянок та відновлення територій можуть бути успішно застосовані на інших природно-заповідних об'єктах України, що зазнали впливу військових дій.

ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА ПОТЕНЦІАЛ ЕКОСИСТЕМНИХ ФУНКЦІЙ ЛІСОВИХ ГРУНТІВ (НА ПРИКЛАДІ ІЗЮМСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ)

ГНІЗЮК М. Р., ДРОЗД О. М.

Харківський національний університет міського господарства

імені О. М. Бекетова

mrgnizyuk@gmail.com

Екосистемні послуги лісу (або екологічні послуги лісу) – це користь, яку ліси надають природі, суспільству та іншим екосистемам. Вони представляють собою різноманітні функції і продукти, якими ліси забезпечують інші компоненти природи та людей [1]. Ізюмська територіальна громада розташована на лівому березі річки Балка, притоки Сіверського Дінця, має територію в 37 607,2 га з центром в м. Ізюм. До складу громади входять 16 населених пунктів. Державне підприємство «Ізюмське лісове господарство» є одним із найбільших лісгосподарських підприємств не тільки в Харківській області, але і на всій Лівобережній Україні. Його площа 53036,0 га. Ізюмський лісгосп за офіційними даними було створено 1 жовтня 1929 року. По суті своїй Ізюмський лісгосп – це об'єднання Ізюмського, Святогірського та Балаклійського лісгоспів, загальна площа яких була поділена на 10 лісівництв. До повномасштабного вторгнення основними напрямками діяльності були: надання допоміжних послуг у лісовому господарстві, вирощування багаторічних культур, лісівництво та інша діяльність у лісовому господарстві, лісозаготівлі, лісопилльне та стругальне виробництво, оптова торгівля деревиною, будівельними матеріалами та

санітарно-технічним обладнанням. Громада була в окупації майже півроку, за цей час ворогу вдалося завдати великої шкоди людям, інфраструктурі міста і довкіллю. Через тривалість бойових дій та їх токсичність, втрачено значну частину лісу, Державне Підприємство ізюмського лісового господарства перебуває в стані припинення діяльності з 24 лютого 2022 року [2].

Використовуючи програмний продукт QGIS і супутникові знімки високої роздільної здатності `maxar_rap_50m`, ми дослідили наслідки воєнних дій для досліджуваного лісу. Ліси громади зазнали значних механічних впливів через проходження важкою технікою, обстріли і бомбардування, будівництво фортифікаційних споруд, вирубування деревини на різні воєнні потреби, лісові пожежі. Візуально багато ділянок, що відрізняються за основним кольором, але не є рубками. При наближенні можна візуально чітко ідентифікувати ділянки порушеного ґрунтового покриву побудованими фортифікаційними спорудами та вирубані ділянки лісу довкола. Наслідком таких дій є порушення цілісності ґрунтового покриву, зміна фізичних властивостей ґрунту що в свою чергу буде змінювати надання ґрунтом таких екосистемних послуг як очищення води та атмосферного повітря, продукування деревини, зберігання вуглецю, формування біорізноманіття, надання послуг запилення, поширення корисних видів, надання культурних послуг та цілого ряду інших.

В умовах зміни клімату однією з ключових екосистемних послуг лісу є послуга зберігання вуглецю. Ми провели розрахунки для однієї пробної ділянки за методологічним підходом [3, 4]. Екосистемні послуги зберігання вуглецю залежать від видового та вікового різноманіття лісових масивів, що потребує додаткових досліджень. Однак, орієнтовні розрахунки показують, що втрати потенційного накопичення вуглецю становлять близько 137 т/га. Наразі, через нестачу точних оціночних даних щодо масштабу втрат лісу на досліджуваній території точно оцінити втрату даної екосистемної функції не виявляється можливим і дане питання потребує додаткових більш поглиблених досліджень.

Опрацювання даних системи MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) дозволило встановити, що найбільші пожежі на території лісового господарства сталися в період 6–8 травня 2022 року. За проведеними оцінками встановлено, що масштаби втрат лісових ресурсів на одну ділянку площею 10 га, становлять від 1 до 30%. Крім того, такі ділянки можуть становити особливу небезпеку через імовірне замінування, бути забрудненими рештками вибухових матеріалів, палива, нафтопродуктів і т.і

Отже, деокупація територій з лісовими масивами показала, наскільки важливими для людей є екосистемні послуги лісу, такі як очищення повітря та води, збереження ґрунтів, регулювання клімату, біорізноманіття, рекреаційні можливості та інші. Масштаби втрат цих послуг наразі важко оцінити, оскільки більшість територій все ще потерпає від воєнних дій, доступ до інших обмежений через складну ситуацію з мінуванням територій. Тож, оцінка втрат лісових екосистемних послуг в майбутньому формулюватиме наукові підстави для прийняття рішень, щодо шляхів відновлення таких територій та управління лісовими ресурсами. Ситуація в Україні, є в негативному сенсі унікальною, адже з подібним масштабом екологічних втрат, світ ще не стикався.

Література

1. Mauro Masiero, Davide Pettenella, Marco Boscolo, Sepul Kanti Barua, Ilias Animon and Rao Matta. Food and agriculture organization of the united nations. Rome 2019. 220 p. URL: <https://www.fao.org/3/ca2886en/CA2886EN.pdf> (дата звернення: 10.06.2023)
2. Ізюмське лісове господарство. URL: http://izium-les.at.ua/index/pro_nashe_pidpriemstvo/0-67 (дата звернення: 10.06.2023)
3. José A. Aznar-Sánchez, Luis J. Belmonte-Ureña, María J. López-Serrano and Juan F. Forest Ecosystem Services: An Analysis of Worldwide Research. 2018. 19 p. URL: <https://www.mdpi.com/1999-4907/9/8/453> (дата звернення: 10.09.2023)
4. Robert Nasi, Sven Wunder and José J. Campos A. for the Forestry Roundtable to be held in conjunction with the UNFF II. Forest ecosystem services: Can they pay our way out of deforestation? 2002. 38 p. URL: https://www.cifor.org/publications/pdf_files/BNasi0201.pdf (дата звернення: 10.06.2023)

СПОСОБИ ФІКСАЦІЇ ТА РОЗРАХУНКІВ ШКОДИ, ЗАПОДІЯНОЇ ЗЕМЕЛЬНИМ РЕСУРСАМ УКРАЇНИ В ХОДІ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ

СОРОЧУК Н. І., КОСТЮК Д. В., СОРОЧУК Ю. О.

Український державний університет залізничного транспорту
nat.sorochuk50@gmail.com

Шкода, заподіяна землям, є однією з найбільш критичних. Забруднення і деградація поширюються непередбачуваним, неконтрольованим чином: у підземні води, річки, водойми, в атмосферу, у біомасу рослин і тварин, на інші

земельні ділянки; локалізувати поширення важко і дорого; усунути наслідки технічно дуже складно і дорого [1].

З іншого боку, виконати технічну оцінку шкоди та збитків землям – легше завдання, порівняно з іншими видами оцінок шкоди довкіллю, тому що:

- землі – це ресурс з відомою ринковою вартістю;
- забруднення, засмічення, ерозію, інші наслідки можна виміряти у фізичних величинах: довжина, ширина, глибина (висота), площа, об’єм;
- існує технічне забезпечення: методики, нормативи, прилади (засоби) для вимірювань, вимірювальні лабораторії. Існує багато нормативних документів для виконання вимірювань, відбору проб, інструментальних досліджень – це національні і міжнародні стандарти (ДСТУ, ISO), методики для вимірювальних лабораторій, методики для агрохімічної паспортизації ґрунтів сільськогосподарських угідь.
- категорії земель, їхнього цільового призначення, їх економічної та суспільної цінності;
- забруднюючих речовин, площі, інтенсивності та глибини забруднення, площі засмічення;
- технічної та фінансово-економічної складності ліквідувати забруднення, усунути його побічні та довготривалі наслідки.
- забруднення сільськогосподарських земель – це пряма загроза для здоров’я людей, тоді як забруднення земель промисловості і транспорту може не мати очевидних прямих наслідків для здоров’я;
- забруднення миш’яком небезпечніше за забруднення нітратами, а забруднення нітратами – небезпечніше за забруднення хлоридами і сульфатами;
- ліквідація забруднення нафтою – технологічно більш доступна, порівняно із ліквідацією забруднення формальдегідом або солями важких металів.

За законодавством про оцінку шкоди земельним ресурсам, технічна оцінка шкоди, заподіяної землям, здійснюється у таких випадках [2]:

1. Забруднення земель хімічними речовинами – відповідальний орган влади: Державна екологічна інспекція;
2. Засмічення земель промисловими, побутовими та іншими відходами, сторонніми предметами – відповідальний орган влади: Державна екологічна інспекція;

3. Радіоактивне забруднення – Відповідальні органи влади: Державна інспекція ядерного регулювання України, у зоні відчуження ЧАЕС – Державне агентство України з управління зоною відчуження. Заходи захисту – ДСНС.

Забруднення та засмічення внаслідок надзвичайних ситуацій або збройної агресії та бойових дій можуть заподіяти значну шкоду земельним ресурсам.

Ознаки, які дають підстави підозрювати ймовірне забруднення:

– поява піни, шумовиння, слизу на значній площі, плівки нафтопродуктів або іншої водонерозчинної плівки;

– дуже виразна і водночас локалізована (обмежена певним периметром) зміна стану рослинного покриву: значна за площею пляма або смуга, в межах якої дерева та інші рослини зникли, всохли, «вигоріли» (почорніли), пожовтіли або інакше змінили колір зелені.

– очевидним забрудненням є наявність на земельній ділянці відходів, безхазяйних або розміщених без дозволу сторонніх предметів та матеріалів, плям нафти і нафтопродуктів.

Способи виявлення екологічної шкоди, заподіяної землям [3]:

– прямий огляд земельних ділянок, відбирання та дослідження зразків проб ґрунтів;

– супутникові знімки, аерофотознімки (дистанційне зондування землі);

– оброблення оперативних повідомлень фізичних та юридичних осіб, актів обстежень та інших документів, іншої задокументованої інформації.

Для фіксації забруднень, волонтерам, іншим громадянам, які не мають спеціальної науково-технічної та інженерної підготовки, достатньо і допустимо виконати лише наступне:

1. Зробити фото- та відеоогляд місця забруднення, засмічення, іншої шкоди землям, бажано включити також вигляд околиць місця шкоди;

2. Зробити вичерпний запис про місце забруднення:

– дата і час фіксації;

– якомога точніша географічна інформація (найкращий варіант – географічні координати з GPS-приймача чи іншого мобільного пристрою);

– зовнішні ознаки, які дають підстави підозрювати ймовірне забруднення, зовнішній вигляд забруднення. Опишіть якомога точніше і детальніше, що ви побачили, запах, інше;

– опис земельної ділянки, на якій виявлено шкоду. Як ділянка використовується судячи з її огляду, в якому стані її рослинний покрив, наявні

штучні споруди та будівлі чи ні, має чи ні тверде покриття поверхня ділянки, яке її цільове призначення. Інформацію про цільове призначення ділянки можна зібрати пізніше, наприклад, за допомогою державного е-ресурсу Публічна кадастрова карта або звернувшись до місцевої влади.

Додаткова інформація про забруднення, яку можна зібрати, залучивши спеціалістів або зібравши свідчення:

– кількість забруднюючої речовини, яка потрапила у навколишнє середовище внаслідок аварії чи іншої небезпечної ситуації;

– яка саме забруднююча речовина або речовини. З цією метою спеціалісти мають виконати відбір проб та лабораторно-інструментальні вимірювання за спеціальним технічним регламентом;

– площа забруднення земель, якщо це можливо визначити за допомогою візуального огляду;

– глибина просочування забруднюючою речовиною ґрунтів, якщо можливо визначити за допомогою візуального огляду.

Додаткова інформація про засмічення земель, яку можна зібрати самостійно або залучивши спеціалістів: площа засмічення ділянки; товщина шару відходів або інших предметів, якими засмічено ділянку; склад відходів або інших предметів, якими засмічено.

Розмір відшкодування, що нараховується за забруднення або засмічення земель, залежить від [4]: нормативної грошової оцінки земельної ділянки, що зазнала забруднення; площі забруднення (засмічення) на ділянці; глибини просочування забруднюючих речовин у ґрунти; ступеня небезпечності речовин, якими забруднено землі; вартості робіт з рекультивації земель; суспільної та економічної цінності земельної ділянки.

Література

1. Зникає чорнозем: росія влаштувала в Україні екоцид URL: <https://ua.korrespondent.net/articles/4543578-znykaie-chornozem-rosiivlashtuvala-v-ukraini-ekotsyd> (дата звернення 12.08.2023)
2. Міністерство юстиції URL: <https://minjust.gov.ua/news/ministry/yak-ukraina-bachit-protsestvorennyamehanizmu-kompensatsii-irina-mudra-vistupila-na-sluhannyah-u-pare> (дата звернення 12.08.2023)
3. Українська природоохоронна група URL: <https://uncg.org.ua/iakoju-maie-butydolia-poshkodzhenykh-vybukhamy-ukrainskykh-terytorij/> (дата звернення 11.09.2023)
4. Методика визначення шкоди та збитків, завданих територіям та об'єктам природно-заповідного фонду внаслідок збройної агресії Російської Федерації, затверджена наказом

Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України 13.10.2022 № 424,
zareestrovanim v Ministerstvi yustitsii Ukraini 16.11.2022 za № 1416/38752

СТАН ТЕРИТОРІЇ ОСКІЛЬСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА В РЕЗУЛЬТАТІ ВОЄННИХ ДІЙ

ТЯГНО Ю. В., ДРОЗД О. М.

Харківський національний університет міського господарства

імені О. М. Бекетова

Yuliya.Tyagno@kname.edu.ua

Руйнування греблі Оскільського водосховища, яке живило водою міста Донбасу, стало однією з найбільших екологічних проблем цієї війни. Мільйони кубометрів води вивільнилися з берегів, оголивши тисячі гектарів замуленого дна.

Велике руслове водосховище на річці Оскіл, що існувало в Харківській області у 1957–2022 роках, мало об'єм 474,3 млн м³, площу 122,6 км², довжину 84,6 км, середню ширину 1,6 км за максимальної ширини 4,0 км. Водосховище знаходилося в Куп'янському районі Харківської області. Гребля водосховища довжиною 1025 м знаходилася у с. Оскіл. На водосховищі працювала Оскільська ГЕС. Воно забезпечувало Донецьку область прісною водою, виконувало рекреаційні функції.

В процесі військових дій у квітні 2022 окупантом було частково підірвано греблю водосховища. Площа, яку займало водосховище у 2021 році складала 93,6 км², а наразі вона становить 46,48 км². Дослідження супутникових знімків території за період з 2021 по 2023 рік показує, що 2021 року водосховище повністю функціонує, наповненість та водне дзеркало без істотних змін порівняно зі знімками попередніх років, екосистеми берегової лінії збережені, чітко видно прибережну зону. Після часткового підриву греблі спостерігається зменшення рівня води, об'єму та площі водного дзеркала. У перші тижні спостерігалось підвищення рівня підґрунтових вод у західній частині водосховища, підтоплення селищ нижче греблі, підняття рівня води у Сіверському Дінці. Зафіксовано зменшення площ та часткова загибель природних екосистем, представників флори і фауни. Берегова рослинність втратила усталений гідрологічний режим, що загрожує її подальшому

існуванню. Втрачаються осередки цінного біорізноманіття. Мілководдя були місцями оселищ і гніздування численних видів птахів, в тому числі рідкісних. Оголошено близько 9000 гектарів замуленого дна, що посилює ризики проявів ерозії. Аналіз знімків 2023 року показує, що відновлюються старі течії річки, зберігається рельєф, з'являються луки.

Попри втрати й наявні проблеми, рішення щодо подальшої долі водосховища не прийняте. Представники комунальних служб наполягають на терміновій відбудові пошкодженої греблі. Проте це потребує значних капіталовкладень і людських ресурсів. Насосні агрегати на каналі Сіверський Донець – Донбас за час роботи водосховища досягли граничного терміну експлуатації та потребують модернізації для відновлення потужності і водозабезпечення окупованих територій.

Разом з тим, екологи не підтримують відновлення греблі за старим проектом. У світі дедалі більшої популярності набуває рух із повернення річок у їхні природні русла. Тож історія лівої притоки Сіверського Донця могла б започаткувати цю практику і в Україні. Фахівці поки що не впевнені в результаті подібного експерименту. Однак, природні ландшафти заплави збереглися під водами вже колишнього водосховища й добре видні на супутникових знімках.

ОЦІНКА НАНЕСЕНОЇ ШКОДИ ПЗФ УКРАЇНИ ПІСЛЯ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ

ТИМОЩУК Л. І.

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
liliatimoschuk20@gmail.com

Природа України стала жертвою російської агресії, природні екосистеми значною мірою страждають через постійне збільшення кількості боєприпасів, ракет та снарядів, що не розірвалися, пошкодження територій внаслідок вибухів, пожеж, військового транспорту. Вплив війни на навколишнє природне середовище в будь-якому випадку є негативним. Наслідками збройного конфлікту на території України, окрім власне людських втрат, є значна шкода природним ресурсам та екосистемам. Екологічна ситуація, що склалася на

ділянках ведення бойових дій, особливо на Донбасі та тимчасово окупованих територіях, набула ознак екологічної катастрофи [1]. Війна вплинула на кожен компонент навколишнього середовища – рослинний і тваринний світ, атмосферне повітря, гідрологічні об'єкти, ґрунтовий покрив. Наслідки від завданої шкоди є масштабними та довготривалими. Саме тому дослідження даного питання є дуже актуальним та важливим.

Природно-заповідні об'єкти та території, що складають усю екологічну мережу України є найціннішими природними скарбами нашої держави. Кожен із них є унікальним та неповторним і має особливе наукове, естетичне, природоохоронне або ж рекреаційне значення. З кожним роком кількість об'єктів і територій постійно збільшується. Проте військове вторгнення росії на територію України значною мірою перешкоджає здійсненню природоохоронної діяльності у різних регіонах. Сучасний стан об'єктів ПЗФ України вже досить тривалий час є кризовим, а в окремих випадках навіть набув ознак екологічної катастрофи. Становище національних парків і заповідників на тимчасово окупованих територіях вважається найгіршим за весь час їхнього існування.

Прикладів того, як війна впливає на навколишнє середовище є безліч і кожен із них відрізняється між собою масштабами та характером нанесення шкоди. Обстріли нафтобаз і об'єктів промисловості, заміновані моря, вириті окопи на території радіаційних могильників Чорнобильської АЕС, знеструмлення і затоплення шахт на Донбасі, загибель тварин та знищення рослинного світу – усе це має наслідки для довкілля. Прямим впливом на ґрунтовий покрив є потрапляння до нього вибухонебезпечних предметів, детонація яких призводить до забруднення високотоксичними речовинами, котрі є шкідливими для усього живого. Горіння неметалевих складових частин військової техніки призводить до забруднення спочатку ґрунту, а пізніше і підземних вод важкими металами й токсичними елементами. Також, під час процесу горіння паливно-мастильних матеріалів особливої шкоди завдається атмосферному повітрю. Утворюється велика кількість хімічних сполук, які потрапляють в атмосферу, серед яких оксид і діоксид вуглецю, діоксид сірки, вуглець, свинець та його сполуки, мідь, нікель та багато інших, які становлять безпосередню загрозу через свою мутагенність, токсичність та канцерогенність [2]. Внаслідок цього існує висока ймовірність того, що значною мірою почастишають випадки випадання кислотних дощів, які змінюють кислотність ґрунту, тим самим викликаючи опіки рослин.

З початку військових дій на території України зафіксовано сотні екологічних злочинів. Для розрахунку шкоди, завданої не тільки об'єктам та територіям природно-заповідного фонду, а і навколишньому середовищу в цілому, розробляться спеціалізовані методики, які дадуть можливість задокументувати екологічні злочини країни-агресора із метою подальших репарацій. Згідно даних, наданих міністром захисту довкілля та природних ресурсів України, станом на березень 2023 року екологічною інспекцією та фахівцями у даній галузі використовується сім видів методологій обрахунку шкоди, завданої навколишньому середовищу. Серед усіх, на даний час розроблених методик, Методика визначення шкоди та збитків, завданих територіям та об'єктам природно-заповідному фонду внаслідок збройної агресії російської федерації [3] має провідне, особливе значення. Саме з метою врегулювання питань визначення шкоди та збитків, завданих об'єктам і територіям ПЗФ було затверджено цей нормативно-правовий документ.

Уже на даному етапі значною мірою помітні наслідки екологічної шкоди ПЗФ України від військового вторгнення росії. Для того, щоб їх мінімізувати, розробляються і впроваджуються заходи, такі як:

- зведення до мінімуму ризиків хімічної та радіаційної безпеки;
- відновлення рослинного світу або заліснення територій з метою уникнення ерозійних процесів;
- фіксація шкоди, її розрахунок і подальше використання відповідних доказів, повна компенсація збитків держави в екологічній сфері;
- ефективне управління відходами;
- збільшення площі природних екосистем і баланс ландшафтів;
- відновлення та розвиток природно-заповідного фонду, збереження біорізноманіття [4].

Досить актуальним є твердження, що відновити міста буде набагато простіше, аніж компоненти природи. Саме тому ми повинні зробити усе можливе, щоб зменшити шкоду екосистемам і об'єктам природно-заповідного фонду, а також домогтися повного відшкодування збитків екологічного характеру.

Література

1. На межі виживання: знищення довкілля під час збройного конфлікту на сході України/ А.Б. Блага, І.В. Загороднюк, Т.Р. Короткий, О.А. Мартиненко, М.О. Медведєва, В.В.

Пархоменко; за заг. ред. А.П. Буценка / Українська Гельсінська спілка з прав людини. – К.: КИТ, 2017. – 88 с. з іл.

2. Сидоренко В.Л. Оцінка ризику впливу продуктів аварії на складі боєприпасів на населення / В.Л. Сидоренко, С.І. Азаров // Екологічна безпека і природокористування. – 2010. – Вип.5. – с. 67–74

3. Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів від 13.10.2022 р. № 424 «Про затвердження Методики визначення шкоди та збитків, завданих територіям та об'єктам природно-заповідного фонду внаслідок збройної агресії російської федерації» URL:Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1416-22#Text> (дата звернення 06.10.2023)

4. Protection of the environment in relation to armed conflicts. International Law Commission. Seventy-first session. Geneva, 29 April–7 June and 8 July–9 August 2019 URL: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/LTD/G19/153/11/PDF/G1915311.pdf?OpenElement> (дата звернення 06.10.2023)

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА І ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ УРБАНІЗОВАНОГО ДОВКІЛЛЯ

БІОІНДИКАЦІЯ ҐРУНТІВ В ЗОНІ ВПЛИВУ ТЕРИКОНІВ ЛЬВІВСЬКО- ВОЛИНСЬКОГО ВУГІЛЬНОГО БАСЕЙНУ

БАРАБАН К. І., ПРИХОДЬКО М. М.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
beemveshka@gmail.com*

У зв'язку з інтенсивним використанням земель у промислових цілях, зокрема гірничодобувній, відбувається швидка зміна не тільки рельєфу а й ґрунтового покриву, рослинності та якості ґрунтів прилеглих територій.

Біоіндикація ґрунту є важливим інструментом в екологічних дослідженнях та оцінці стану навколишнього середовища, оскільки біологічні організми можуть реагувати на забруднення або зміни у ґрунтовому середовищі, що допомагає виявити проблеми і розробити відповідні заходи.

Найбільш поширеними техногенними ектопами на території Львівсько-Волинського вугільного басейну є терикони вугільних шахт [1].

Значну частину порушених земель займають так звані полігони відходів, що обмежують функціонування та рекультивацію прилеглих земель.

Оцінювання екологічного стану територій, прилеглих до небезпечних техногенних об'єктів, має відбуватися з урахуванням комплексних багатофакторних впливів на довкілля. Розширений набір критеріальних показників має визначатися із застосуванням екологічного підходу, який полягає у дослідженні взаємозв'язків та взаємозалежностей екосистем з середовищем за допомогою екологічних індикаторів, екологічних показників та екологічних факторів [2].

Екологічна оцінка стану едафотопів включає в себе ряд методів, в тому числі біологічний моніторинг, який передбачає контроль за станом природного середовища, використовуючи живі організми. Основні складові цього методу включають в себе біодіагностику і виявлення причин змін у стані середовища за допомогою видів-індикаторів. Біодіагностика використовується для визначення

причин змін у середовищі, використовуючи індикаторні види. Біоіндикація і біотестування включають в себе методи, які дозволяють визначити стан середовища на основі реакцій і взаємодії живих організмів з ним. Ці методи допомагають оцінити вплив людської діяльності на природне середовище і визначити можливі екологічні ризики [3].

Інтегральна оцінка, здійснена за допомогою методів біоіндикації, є досить об'єктивною, оскільки враховує вплив невідомих забруднювачів, які неможливо визначити за допомогою фізико-хімічних методів [4].

Проведення біоіндикації ґрунтів, порушених вугільною промисловістю, включає такі аспекти як визначення впливу викидів і шламових вод, оцінка змін у біорізноманітності, вивчення показників фітотоксичності, визначення вмісту важких металів і інших забруднюючих речовин, моніторинг рівнів забруднення на різних етапах діяльності, розробка екологічних заходів.

Біологічна активність ґрунту є важливим показником для проведення біодіагностичних та біоіндикаційних досліджень. Вона визначається сумарним результатом біохімічних процесів, які відбуваються в ґрунті і обумовлені життєдіяльністю ґрунтової мікробіоти, таких як бактерії, гриби та інші мікроорганізми.

Використання методів біотестування та біоіндикації є перспективними, оскільки ці методи є достатньо універсальними, відносно швидкими і економічно ефективними. Ці методи дозволяють отримати інтегральну токсикологічну характеристику досліджуваних ґрунтів, незалежно від складу забруднюючих речовин, що є їх важливою перевагою [5].

Під час проведення екологічних досліджень ґрунту використовують два види екологічних стандартів. Перший – це природний стандарт, який відповідає цілинним, непорушеним ґрунтам. Другий – антропогенний екологічний стандарт, який сформувався за довготривалого впливу будь-якої діяльності людини в даному випадку під час ведення вугледобувної діяльності [6].

Ступінь токсичності ґрунтів терикону та девастових земель можна визначити за допомогою біотестування едафотопу. Суть методу полягає у визначенні впливу дослідних речовин на спеціально вибрані організми в стандартних умовах з реєстрацією фізіологічних чи біохімічних тест-реакцій [7].

Токсичність териконів Львівсько-Волинського вугільного басейну визначається засоленням і концентрацією водорозчинних солей у ґрунтах, кількість і якість яких тісно пов'язане з рН [8]. Мінеральна частина відвалів

Львівсько-Волинського вугільного басейну є досить різноманітною за складом компонентів породи. Головними складовими є глинисті, піщаноглинисті і вуглисті сланці, а також вугільна мілка фракція і пил. Ці матеріали містять значну кількість сірки та її сполук, що може мати важливий вплив на якість навколишнього середовища та природних ресурсів в цій області.

Біоіндикація та біотестування дає змогу проводити комплексну оцінку екологічного стану ґрунту, враховуючи його біологічні характеристики і показники функціонування мікробіоценозу.

Гірнична діяльність негативно впливає на фізико-хімічні властивості ґрунтів як прилеглих територій, так і на можливість швидкого заліснення териконів. Проведення комплексу досліджень, біодіагностики та біоіндикації девастрованих земель в зоні впливу шахтних відвалів дозволить швидко та якісно оцінити рівень антропогенного впливу на едафотопи та запобігти ряду негативних наслідків та подальшого раціонального використання таких земель.

Література

1. Мазницька О. В., Крамаренко В. Г., Орел В. І. Чинники фітотоксичного впливу ґрунтів відвалів гірських порід. *Нові технології*. 2011. № 1.
2. Приходько М. М. Теоретико-методологічні основи екологічної безпеки геосистем. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія: географія. № 1 (вип. 31). Тернопіль: СМП «Тайп», 2012. С. 179–191.
3. The Microbial Regulation of Global Biogeochemical Cycle. Rousk, J., Bengtson, P. (Eds). Frontiers Media SA, 2014. 241 p. doi: 10.3389/978-2-88919-297-7.
4. Бешлей С. В., Баранов В. І., Ващук С. П. Оцінка токсичності субстратів відвалів вугільних шахт методом біотестування. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України*, 2011. № 21. С. 98–102.
5. Дідух Я. П. Основи біоіндикації. Наукова думка. Київ, 2012. 344 с.
6. Медведєв В. В. Моніторинг ґрунтів України. Харків, 2002. 428 с.
7. Павличенко А. В., Коваленко А. А. Екологічна небезпека породних відвалів ліквідованих вугільних шахт. *Геотехнічна механіка*. Ін-т геотехнічної механіки ім. М. С. Полякова НАН України. Д., 2013. Вип. 110.
8. Кузік І. М. Вплив породних відвалів шахт на компоненти довкілля та визначення можливостей щодо його зменшення. *Екологія та природокористування*: зб. наук. праць. 2012. № 15.

RELIABLE MONITORING OF THE ENVIRONMENT

¹DYCHKO A., ¹YEREMEYEV I., ¹MINAIEVA Y., ²MINAIEVA K.

¹*Taurida National V.I. Vernadsky University*

²*National Transport University*

aodi@ukr.net ,

The main tasks of the environment monitoring, analyzing and improving the reliability of data obtained can be reduced to the following functions: identification, evaluation and measurement. The need to identify the structure and status of the environment system as a whole, as well as its separate subsystems, is due to the fact that the system and its individual components are exposed to external random interference that may interfere with the structure of the system or cause changes in the structure of the messages. And the first and second entail, as a rule, changes in the degree of reliability of the results of information processing. The identification function consists of the realization of the whole spectrum of procedures of control and analysis of their results for revealing of essential features against the background of nonessential details; the elaboration of a more complex detailed description of the information process, the phenomenon to a simple, reference (alternative); registration of properties of the controlled process; checking the statistical hypothesis [1].

Methods for assessing the state of the process are realized selectively and unsystematically, which does not allow obtaining a sufficiently high guarantee of conformity of the received data with the requirements of existing standards. This, in turn, leads to an inadequate response to changes in indicators in the functioning of the environment, as well as to an unreliable forecast of their further development.

Process control and analysis involve managing processes based on the compilation of heuristics with the definition of strata, the set of states, the calculation of possible states, the degree of their feasibility and the likely consequences of this implementation; the definition of the growth of the Euclidean distance between the pairs of real states that are observed and are adjacent to each other at a certain time interval, as well as the probability and possibility of such a transition and the driving forces that cause it [1–2].

It should be noted, that it is impossible to consider information without considering any situation of uncertainty. Validation of reliability is based on the

information obtained during the identification. Its task is to work out quantitative indicators of data reliability.

Changing the structure of the environment and technology of data collection and processing based on the results of identification and evaluation aims to optimize the operating modes of the information system in the specific circumstances that have developed and maximize the reliability of the results of its functioning.

In case of incompleteness or approximation of the output data, when additional information is required, the required ξ -approximation can be found only under the condition of a non-empty intersection of the ξ sets [1, 3]. As an example a procedure to increase the reliability of the differentiation of information in the case of incomplete data is given in Fig. 1.

The proposed approaches to increasing the reliability of control data ensure stable functioning of the environment and facilitate the adoption of substantiated decisions to minimize the consequences of man-made and natural disasters and accidents. However, their use in the absence of accepted patterns of the environment state, making them sensitive to external influences and focused on precise input information, requires new, non-standard approaches, one of which is the interpretation of information used in the system in terms of theory fuzzy sets and the theory of possibilities that form the basis of intelligent information systems.

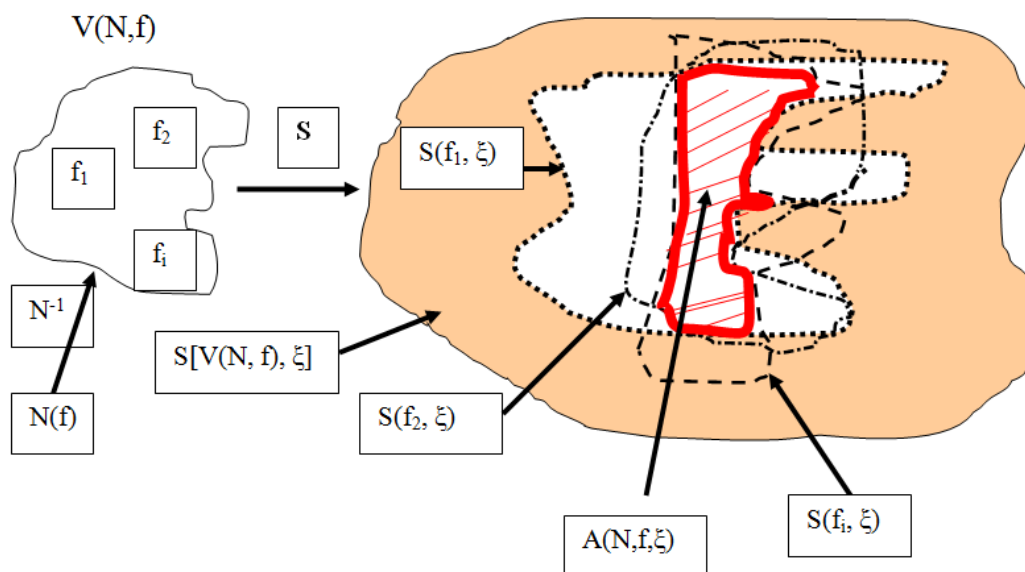


Fig. 1. The scheme of the choice of the set $A(N, f, \xi)$ of all elements that do not differ from the element f using information N (counteraction principle)

References

1. Dychko A., Yeremeyev I., Kyselov V., Remez N., Kniazevych A. Ensuring Reliability of Control Data in Engineering Systems. *Latvian Journal of Physics and Technical Sciences*. 2019. 56(6). P. 57–69.
2. Eremeev I.S., Dychko A.O. Uncertainty problems in environmental monitoring procedures. *Information Processing Systems*. 2016. 6 (143). P. 45–47.
3. Yeremeyev I., Dychko A. Problems of system analysis of wastewater treatment processes. *Management of Development of Complex Systems*. 2016. 27. P. 170–175.

ЕКОЛОГІЧНА НЕБЕЗПЕКА ЗАВИСЛИХ РЕЧОВИН, ЩО ЗАБРУДНЮЮТЬ МІСЬКІ, ПРОМИСЛОВІ ТА ЗЛИВОВІ СТІЧНІ ВОДИ

БАГМУТ Л. Л., ЮРЧЕНКО В. О.

*Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова*

Leonid.Bahmut@kname.edu.ua

Органічні завислі забруднення стічних вод є сприятливим середовищем для розвитку різноманітних мікроорганізмів і бактерій, які складають біологічне і бактеріальне забруднення стічних вод і зумовлюють їх епідемічну небезпеку, а також сприяють евтрофікації поверхневих вод. До завислих забруднень відносять пісок, глинисті частинки, шлак, масла, залишки овочів, фруктів, злаків, паперу тощо.

Основним хімічним елементом цього виду забруднень є карбон. До забруднень тваринного походження відносяться фізіологічні виділення людей і тварин, залишки м'язових і жирових тканин тварин, клейові речовини тощо. Вони характеризуються значним вмістом нітрогену. Органічні забруднення за хімічним складом поділяють на безазотисті, які містять карбон, гідроген і кисень, та на азотовмісні.

Забруднення мінерального й органічного походження, що містяться у побутових стічних водах, перебувають у нерозчинених, розчинених і колоїдному стані. Побутові стічні води мають БСК=100–400 мг/л, а ХСК=150–600 мг/л, і їх можна оцінити як сильно забруднені. При зберіганні вони здатні загнити через 12–24 год (при температурі 20°C).

Для міських стічних вод кількість забруднень органічного походження доволі значна і складає 45–58 %. Мінеральні та завислі речовини і забруднення

становлять відповідно 42–55 %. Згідно з класифікацією домішок за їх фазово-дисперсним станом, усі домішки стічних вод незалежно від їх природи поділені на чотири групи відповідно до розмірів частинок.

Першу групу домішок складають нерозчинні речовини, що знаходяться у воді у вигляді крупних завислих частинок діаметром більше десятих часток міліметра, а також у вигляді суспензії, емульсії й піни (частинки розміром від десятих часток міліметра до 0,1 мк). Другу групу домішок складають речовини колоїдного ступеня дисперсності з розміром частинок від 0,1 до 0,001 мк. Домішки третьої групи знаходяться у вигляді молекулярно-дисперсних часток діаметром менше за 0,001 мк й утворюють у воді істинні розчини. Домішки четвертої групи мають розміри частинок менше 0,0001 мк, що відповідає іонному ступеню дисперсності.

Більшість підприємств має забруднення стічних вод як мінеральними, так й органічними речовинами у різних співвідношеннях. У стічних водах заводів чорної металургії по окремих цехах утримується: завислих неорганічних речовин 0,2–5 г/л; окалини 0,3–2 г/л. У стічних водах целюлозно-паперових заводів завислих речовин утримується 400–2000 мг/л. Це переважно деревне волокно й целюлоза. У стічних водах текстильних підприємств утримується: завислих речовин 250–400 мг/л, мийних засобів 50–120 мг/л, БПК їх досягає 300–350 мг/л.

Зливові стічні води утворюються в процесі випадіння дощів і танення снігу як на житловій території населених пунктів, так і території промислових підприємств, АЗС й ін. До цієї категорії стічних вод відносять поталі води, а також води від поливання вулиць. Атмосферні стічні води у сучасних містах містять, крім піску і сміття, що змиваються із бруківок, також і органічні речовини, тому за своїм складом вони часто можуть бути віднесені до слабо забруднених побутових стічних вод. Забруднення території промислових підприємств призводить до появи в зливових водах домішок, характерних для даного виробництва. Відмінною рисою зливого стоку є його епізодичність і різко виражена нерівномірність по витраті й концентраціям забруднень.

Особливо високі концентрації забруднюючих речовин характерні для поверхневого стоку з території крупних торгових центрів, магістралей з інтенсивним рухом транспорту, автотранспортних підприємств, товарно-сировинних баз. Значний винос завислих речовин відбувається з неупорядкованих територій будівельних майданчиків. Витрата побутових вод з

1 га площі кварталів міста зазвичай дорівнює 0,3–2 л/с (питома витрата) або 10 000–60 000 м³/рік. У водовідвідну мережу вони надходять порівняно нерівномірно за годинами доби. У денний час витрата більше, ніж у нічний час, витрати за годинами доби можуть змінюватися в 2–5 разів.

До основних забруднюючих компонентів дощових та талих вод відносяться: завислі речовини, органічні сполуки, що характеризуються показниками БСК та ХСК; нафтопродукти; синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР); солі важких металів та біогенні елементи. Останніх особливо багато восени, коли разом зі стоком вносився багато опалого листя. У дощових водах утримується значна кількість нерозчинених мінеральних домішок, а також забруднення органічного походження. БПК дощових вод досягає 50–60 мг/л. Загальна витрата дощових вод за рік в 5–30 разів менше витрати побутових вод.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ МАШИНОБУДІВНОГО СЕКТОРУ ЧЕРЕЗ ЗМЕНШЕННЯ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕФЕКТИВНОЇ ОЧИСТКИ СТІЧНОЇ ВОДИ В УМОВАХ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ

БОСЮК А. С.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
alona.bosiuk@mit.khpi.edu.ua

Сучасний машинобудівний сектор є важливою складовою глобальної економіки країни, він забезпечує виробництво машин та обладнання, які необхідні для розвитку практично всіх інших галузей. Однак разом зі своїми досягненнями цей сектор стикається із викликами урбоекології, що виникають внаслідок його впливу на навколишнє середовище. Один із ключових аспектів цього впливу є викиди та забруднення стічними водами, які є неодмінною частиною виробничих процесів у машинобудівній галузі.

Актуальність даної теми визначається не лише значущістю машинобудівного сектору для світової економіки, але й високим рівнем його впливу на довкілля. Сучасна міська забудова, де зосереджено багато підприємств цієї галузі, ставить перед нами завдання забезпечити стале співіснування промислового розвитку та екологічної безпеки. Викиди та стічні води, що супроводжують виробничі процеси, потребують уважного контролю та

ефективної очистки для запобігання серйозному забрудненню навколишнього середовища та збереження природних ресурсів.

Метою даного дослідження є розгляд сучасних проблем машинобудівного сектору, пов'язаних з впливом на довкілля у міських забудовах та необхідність зменшення цього впливу. Зокрема, основною метою є вивчення можливостей та ефективності заходів щодо очистки стічних вод, які генеруються виробництвами машинобудівного сектору.

Для досягнення цієї мети передбачаються такі завдання:

- провести аналіз сучасного стану машинобудівного сектору та його впливу на довкілля в умовах міської забудови;
- вивчити існуючі технології та методи очистки стічних вод у машинобудівній галузі;
- оцінити ефективність застосування цих технологій та їх відповідність екологічним стандартам та нормативам;
- розробити рекомендації щодо покращення системи очистки стічних вод у машинобудівній галузі та зменшення впливу на довкілля.

Охорона навколишнього середовища та раціональне використання водних ресурсів в Україні має досить велике значення. Збільшення потужності виробництва, у тому числі машинобудівного, викликає необхідність у створенні сучасних технологій захисту навколишнього середовища задля попередження негативного впливу виробничих стічних вод на водойми [1].

Забруднення стічними водами від машинобудівного виробництва має негативний вплив на річкові системи та довкілля в цілому. Скиди металів, неорганічних речовин та інших забруднюючих речовин можуть призводити до серйозного забруднення водних ресурсів та згубного впливу на екосистеми. Очистка стічних вод є необхідним етапом у зменшенні цього впливу та досягненні сталого розвитку.

Ефективна очистка стічних вод є ключовим аспектом стратегії забезпечення сталого розвитку в машинобудівному секторі. Це сприяє зменшенню негативного впливу на довкілля, покращенню якості водних ресурсів та збереженню біорізноманіття. Крім того, це може сприяти зниженню ризиків для здоров'я людей, які проживають в межах міста з високою концентрацією машинобудівних підприємств.

Сталий розвиток – це концепція, що передбачає забезпечення потреб сучасного суспільства без шкоди для потреб майбутніх поколінь.

Машинобудівний сектор повинен застосовувати ці принципи для створення інноваційних, екологічно чистих продуктів, ефективно використовувати ресурси та вдосконалювати свої виробничі процеси з огляду на зменшення впливу на довкілля.

Технології очистки стічних вод у машинобудуванні включають механічну, фізичну, хімічну та біологічну обробку стічних вод. Сучасні методи включають обробку осадів, фільтрацію, окиснення, коагуляцію та інші процеси, спрямовані на видалення забруднюючих речовин. В останні роки широкого застосування отримала феритна обробка, у вигляді модифікації реагентного методу очистки стічних вод від іонів важких металів за допомогою залізовмісних реагентів [2].

Машинобудівні підприємства генерують значну кількість стічних вод, які викидаються в місцеву каналізаційну систему. Ці стічні води містять різні забруднюючі речовини, такі як важкі метали та хімічні сполуки, що можуть негативно впливати на водні ресурси.

Для оцінки стану очистки стічних вод на підприємствах регулярно проводиться аналіз стічних вод, який включає в себе вимірювання концентрації різних забруднюючих речовин.

На одному з машинобудівних підприємств міста Харків результати аналізу показали, що існуюча система очистки стічних вод не завжди відповідає екологічним стандартам та нормативам. Було виявлено вищу концентрацію деяких забруднюючих речовин, ніж те, що дозволяється.

Водневий показник залишається стабільним, тоді як концентрація нафтопродуктів зростає, а рівень жирів зменшується. Це може вказувати на необхідність подальшого вдосконалення системи очищення води від нафтопродуктів та забезпечення ефективного видалення жирів. Отримані результати можуть вказувати на проблеми з екологічним управлінням на підприємстві або неефективність існуючих систем очищення. Такі висновки вимагають уваги та прийняття невідкладних заходів для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище та забезпечення дотримання екологічних норм [3].

Дослідження впливу машинобудівного сектору на довкілля та стану очистки стічних вод на прикладі одного з підприємств показали, що цей сектор має значущий вплив на природне середовище та водні ресурси.

Аналіз існуючих технологій очистки стічних вод показав, що існуюча система не завжди відповідає екологічним стандартам та нормативам. Виявлені проблеми включають вищу концентрацію деяких забруднюючих речовин, ніж

дозволяється. Це свідчить про необхідність вдосконалення технологій очистки та контролю за якістю стічних вод.

Для подальших досліджень рекомендується глибше вивчити можливості використання біологічних методів очистки стічних вод на машинобудівних підприємствах, а також розвивати інноваційні технології, спрямовані на зменшення впливу на довкілля. Загалом, забезпечення сталого розвитку через ефективну очистку стічних вод є можливим завдяки системним підходам, інноваціям та співпраці всіх зацікавлених сторін. Тільки таким чином можна зберегти довкілля для майбутніх поколінь та забезпечити життєздатність машинобудівного сектору.

Література

1. Bosiuk A., Shestopalov O. Analysis of modern technologies and methods of purification of galvanic waste in machine-building industry. *Ecological Sciences*, 2022. Vol. 43(4). P. 74–78.
2. Bosiuk A., Shestopalov, O. The use of ferrite processing as an option for modification of the reagent method of wastewater purification from heavy metal ions. *Ecological Sciences*, 2022. Vol. 45(6). P. 21–25.
3. Bosiuk A., Filenko O., Shkop A., Kulinich S., Tykhomyrova T., Shestopalov O. Environmental management implementation in wastewater treatment at a machine-building enterprise: *From theory to practice. E3S Web of Conferences*, 2023. Vol. 408. P. 01012.

ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ

ВОВКОДАВ Г. М., БЕЛЬЧЕНКО К. С.

Одеський державний екологічний університет
Galinakoltykova258@gmail.com

Пасажиروобіг України залізничним транспортом посідає одне з провідних місць у структурі перевезень [1, 2].

За пасажирообігом серед всіх видів транспорту залізничний транспорт займає третє місце, після автомобільного та міського транспорту.

За вантажообігом серед всіх видів транспорту залізничний транспорт займає перше місце.

Станом на 2021 рік його вантажообіг становив 62,3 % від загальних обсягів, а пасажирооборот складав 3,1 %. У той самий час незначні зміни

пасажиروобігу залізничного транспорту впродовж останніх років призвели до збільшення його частки у структурі пасажирообігу, який становив біля 2,7 % у 2020 році.

Основною проблемою розвитку транспорту є його зростаюче технічне й технологічне відставання, що не сприятиме подальшому економічному розвитку країни, її європейській інтеграції та може призвести до незадовільного рівня транспортного обслуговування, зменшення швидкості просування товарів, залежності зовнішньої торгівлі України від іноземного транспорту, втрати конкурентоспроможності вітчизняного транспорту, зростання його аварійності та екологічного навантаження. Вирішення цих проблем є особливо важливим в умовах переходу національної економіки у фазу інтенсивного економічного зростання та курсу на європейську інтеграцію.

Сьогодні транспорт у цілому задовольняє потреби економіки та населення у перевезеннях, однак рівень безпеки, показники якості та ефективності перевезень пасажирів і вантажів, рівень екологічного навантаження на довкілля не задовольняють сучасні вимоги [1, 2]. На виникнення проблеми вплинув цілий ряд негативних факторів:

- незавершеність структурних реформ, у тому числі на залізничному, морському, міському та приміському громадському транспорті;
- збитковість підприємств міського та приміського пасажирського транспорту внаслідок недостатньої компенсації коштів від перевезень пільгових категорій пасажирів та відсутність фінансування на оновлення пасажирського рухомого складу з Державного бюджету відповідно до Закону України «Про залізничний транспорт»;
- недостатнє фінансування державних програм розвитку транспорту, дорожнього господарства, нівелювання вимог та підходів до утримання різних за значенням доріг;
- незадовільна система містобудівництва та утримання транспортної інфраструктури у містах.

Література

1. Кірпа Г. М. Інтеграція залізничного транспорту України у європейську транспортну систему. Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп., 2004. 248 с.
2. Власенко Д. О. Синергетичний підхід до розвитку та управління регіональним ринком транспортних послуг. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Стратегія розвитку сучасного міста». Сімферополь, 2012. С. 23–27.

ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ МОДУЛЬНОГО СКЛАДУ СПЕЦІАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ ЛІКВІДАЦІЇ РОЗЛИВІВ НАФТОПРОДУКТІВ НА ПРИКЛАДІ РЯТУВАЛЬНОГО ПОЇЗДУ НОР-1

ВОВКОДАВ Г. М., ТИТИК О. В.

Одеський державний екологічний університет

Galinakoltykova258@gmail.com

Використання модульних систем екологічної безпеки на підприємствах АТ «Укрзалізниця» дозволить максимально оперативно та змістовно оцінювати ступень шкоди, заподіяної аварією, своєчасно та кваліфіковано виконувати першочергові аварійні роботи та прогнозувати можливі наслідки аварій з розливами нафтопродуктів. При системній роботі за максимально повними даними по конкретній аварії розробляється покроковий план з знешкодження наслідків аварії та планове проведення цих работ. Очистка ґрунтів, забруднених аварійними виливами нафтових вуглеводнів потребує прийняття невідкладних рішень, що дозволить оптимально здійснити процеси рекультивації природних об'єктів без втрати їх якостей.

Інтенсивність випаровування можна зменшити або майже повністю виключити, покриваючи поверхню забруднювача шаром піни з поверхнево-активних речовин. Для цього створені спеціальні піноутворювачі. Збір розлитого рідкого нафтопродукту з поверхні ґрунту механічним методом, у більшості випадків, проводиться за допомогою спеціальних насосів – мулозбірників. Технології «in situ» мають перевагу внаслідок безпосереднього застосування їх на місці забруднення. Вибір і застосування технологій «in situ» можуть бути зроблені тільки на підставі отриманих даних про якість забрудненої поверхні ґрунту.

Крім того, необхідно провести додатково спеціалізоване очищення забрудненої зони. За несприятливих навколишніх умов можуть також виникнути труднощі зі стійкими забруднюючими речовинами.

Максимально повні відповіді на ці та багато інших питань дає екологічна лабораторія та використання модулю екологічної безпеки у складі пожежного поїзду. Пряма токсична дія нафти проявляється у швидкому руйнуванні тканин рослин і залежить від її фракційного складу, особливо від вмісту ароматичних вуглеводнів.

Технології «in situ» використовують біологічні, механічні та фізико-хімічні методи.

При використанні підприємствами АТ «Укрзалізниця» модульного складу пожежно-рятувальних поїздів швидкість прибуття на місце аварії прискориться мінімум на 20 хвилин, а його функціональні можливості дозволяють оперативно використовувати необхідні у цьому випадку технології «in situ». Пожежні поїзди з модулем екологічної безпеки призначені для:

- доставлення в необхідний район оперативних розрахунків, вогнегасних засобів і пожежного устаткування;
- подачі у необхідній кількості вогнегасних засобів у вогнище горіння;
- виконання низки спеціальних робіт з забезпечення екологічної безпеки перед початком, під час гасіння пожежі, та проведення планових відновлюваних дій. Також, при необхідності проведення відновлюваних робіт та проведення спостережень на ділянці доцільно застосування спеціальних контейнерних комплексів. Комплекс складається з набору автономних контейнерів. Контейнери мають габаритні розміри стандартного 20-футового контейнера і можуть транспортуватися всіма видами транспорту. Кожен контейнер має зону для обслуговування та забезпечення багатоваріантності, обладнаний платформою викочування із знімними технологічними модулями.

Автономні модульні пожежні поїзди:

- здатні максимально швидко вирушити до місця аварії;
- мають можливість формувати оптимальний склад пожежного поїзду для виконання конкретного завдання;
- модульність дозволяє окремим складовим поїзду ефективно виконувати різні завдання незалежно одне від одного;
- модульні пожежні поїзди в умовах пожеж та інших надзвичайних ситуацій можуть вільно переміщуватися по залізничних коліях, виконуючи роботу незалежно від характеру місцевості;
- можливість проведення широкого спектру очисних робіт in situ.

В результаті аналізу сучасних методів обробки ґрунту після нафтового забруднення ми прийшли до висновку, що оптимальним для використання в умовах АТ «Укрзалізниця» є електрохімічний метод очистки. При використанні цього методу за допомогою інструментарію модуля екологічної безпеки (електрогенератора) значно розширюється робоча зона планового виконання робіт з очистки ґрунтів за допомогою методу електрохімічної очистки, що дозволяє досягати високого ступеня видалення ряду органічних речовин, а також кадмію, свинцю, ртуті, хрому і ціанідів. Ефективність електрохімічного очищення становить від 18 % до 65 %, при силі струму 1 А.

В результаті аналізу сучасних методів обробки ґрунту після нафтового забруднення ми досягли висновку, що оптимальним для використання в умовах АТ «Укрзалізниця» є використання модуля екологічної безпеки у складі пожежних поїздів.

Модуль екологічної безпеки є спеціальним вагоном в якому окрім обладнання для очистки ґрунтів знаходиться компресор, водометна помпа та цистерна з активними речовинами для нейтралізації нафтового забруднення.

Використання модуля екологічної безпеки дає змогу проводити майже весь спектр необхідних заходів «in situ», має перевагу в часі початку виконання заходів з очистки територій, що зменшує розмір плями забруднення та випаровування.

Література

1. Куліш Ю.О. Організація аварійно-рятувальних робіт при надзвичайних ситуаціях на залізничному транспорті. Харків, 2008. 66 с.
2. Кулешов М. М. Щодо оцінки ефективності діяльності органів управління та підрозділів оперативно-рятувальної служби МНС України. *Проблеми надзвичайних ситуацій*: Збірка наукових праць. Вип.14. 2011. С. 105–112.
3. Полковниченко Д. Ю. Класифікація надзвичайних ситуацій: державноуправлінський підхід. *Теорія та практика державного управління*. №1(44). 2014. С. 350–357.
4. Класифікатор надзвичайних ситуацій ДК 019:2010. К.:Держспоживстандарт України. 2010. 23с.
5. Сировий В.В., Сенчихін Ю.М., Лісняк А.А., Дерев`янка І.Г. Основи тактики гасіння пожеж: навч. посіб. Х.: НУЦЗУ, 2015. 216 с.

ОТРИМАННЯ БІОГАЗУ АНАЕРОБНОЮ КОФЕРМЕНТАЦІЄЮ ПОПЕРЕДНЬО КАВІТАЦІЙНО ТРАНСФОРМОВАНИХ СУМІШЕЙ ОРГАНОВМІСНИХ ВІДХОДІВ ТА РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

ГРЕЧАНИК Р. М., БОЙКО Р. Я., КОРБУТ М. Б, МАЛЬОВАНІЙ М. С.,
ТИМЧУК І. С., СОФІЯН С. А.

Національний університет «Львівська політехніка»
myroslav.s.malovanuu@lpnu.ua

Нами досліджуються аспекти розроблення технології отримання біогазу анаеробною коферментацією попередньо кавітаційно трансформованих сумішей органічних відходів та рослинної сировини. Як сировину для виробництва

біогазу планується використання органовмісних відходів, осадів стічних вод каналізаційних очисних споруд, рослинної біомаси. При дослідженні попередньої кавітаційної обробки органовмісних сумішей, яка сприяє частковій декомпозиції клітинних структур та складних органічних сполук, а також розкриттю додаткових поверхонь масообміну, поряд з достатньо глибоко вивченими методами ультразвукової та гідродинамічної кавітації особливу увагу буде приділено питанням умов та ефективності застосування перспективного інноваційного методу віброкавітаційної кавітації. Передбачається випробувати у ролі бродильних затравок, які інтенсифікують процес та забезпечують більш глибоку трансформацію органічних речовин суміші, дигестат, в якому містяться сформовані у попередньому ферментаційному процесі активні центри біохімічних реакцій або частково зброджені осади стічних вод біохімічних виробництв.

Для реалізації мети проєкту будуть досліджуватись сировинні суміші різного складу на основі органовмісних відходів різного походження та рослинної сировини. Розробка відрізнятиметься від відомих технологій коферментації комплексним синергетичним впливом на ефективність перебігу процесу як параметрів його реалізації (склад та вологість сировини, температурний режим, рН середовища, тривалість зброджування, частота та інтенсивність перемішування), так і параметрів, що описують попередню трансформацію сировинної суміші (вид, інтенсивність і тривалість попередньої кавітаційної обробки), а також дози зброджувальних затравок різного походження.

Досліджуватиметься ефективність попередньої кавітаційної обробки сировинної суміші, в результаті якої відбувається часткова декомпозиція клітинних структур та складних органічних сполук та розкриваються додаткові поверхні масообміну. Передбачається дослідження ефективності різних видів кавітаційної обробки: ультразвукова, гідродинамічна та віброкавітаційна. На підставі аналізу результатів буде вибраний найбільш ефективний варіант попередньої трансформації сировинної суміші, який і буде використовуватись у подальших дослідженнях.

Перспективним методом інтенсифікації анаеробної коферментації органовмісних сумішей є використання бродильних затравок. Додавання затравок дозволяє зменшити тривалість стадії активації активних центрів біохімічних реакцій, значно інтенсифікувати процес та отримати більш глибоку

трансформацію органічних речовин суміші. У ролі таких затравок передбачається випробувати дигестат, в якому містяться сформовані у попередньому ферментаційному процесі активні центри біохімічних реакцій або частково зброжені осади стічних вод біохімічних виробництв (наприклад, ПАТ «Ензим» – найбільшого в Україні виробника дріжджів). У процесі досліджень необхідно встановити роль бродильних затравок, ефективність їх застосування для інтенсифікації процесу, технічно і економічно обґрунтовані кількості (دوزи) затравок, які доцільно вносити у біореактор для інтенсифікації процесу метаногенезу.

Кінетика утворення біогазу буде досліджена на двох спеціально спроектованих, виготовлених і попередньо апробованих лабораторних установках на базі термостатів із номінальними об'ємами 1 дм³ та 20 дм³ відповідно. Установки дозволяють в режимі реального часу виконувати моніторинг кінетики утворення біогазу в результаті анаеробного збродження органовмісних сумішей у герметичних колбах-реакторах у термостатичних умовах при заданому режимі перемішування. Регулярно буде здійснюватися контроль хімічного складу утвореного біогазу. Періодично будуть досліджуватись фізико-хімічні та мікробіологічні характеристики утвореного дигестату (вологість, вміст органічних сухих речовин, основні показники хімічного аналізу, мікробіологічний профіль) для встановлення ступеню біорозкладу органовмісних сумішей та для отримання систематичної інформації щодо параметрів отриманих дигестатів, що важливо для науково-обґрунтованого вибору технології та методу їх остаточної утилізації. З огляду на ключові показники ефективності у процесі виконання проекту буде здійснений пошук оптимальних умов реалізації процесу анаеробної коферментації органовмісних сумішей за пропонованою технологією.

Перевірку ефективності розробленої технології та коректності встановлених в лабораторних умовах оптимальних умов утворення біогазу планується провести на дослідно-промисловій установці, яка буде встановлена на території Львівських КОС, які обслуговує ЛМКП «Львівводоканал». У складі органовмісних сумішей будуть використовуватись ОСВ Львівських КОС, а отримані результати знайдуть практичне застосування при експлуатації нової біогазової станції, яка будується на Львівських КОС; проект фінансується ЄБРР, НЕФКО, Фондом Східноєвропейського партнерства з енергоефективності та довкілля Е5Р та Львівською міською радою. На основі аналізу результатів

досліджень будуть розроблені рекомендації щодо експлуатації біогазових установок із використанням анаеробної коферментації попередньо кавітаційно трансформованих сумішей органовмісних відходів та рослинної сировини, оптимальних рецептур сировинних сумішей, найбільш ефективних затравок, які вносяться в сировинні композиції з ціллю інтенсифікації метаногенезу та збільшення повноти біорозкладу сировини, найбільш доцільних методів та режимів попередньої трансформації сировини з ціллю максимального розкриття поверхонь масообміну.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ТЕПЛОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВІД ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

ЗАЛЕВСЬКА І. В., ГУРЕЦЬ Л. Л.

Сумський державний університет

irenehelsten88@gmail.com , L.gurets@ecolog.sumdu.edu.ua

Стрімкий ріст людської популяції призвів до надмірної експлуатації та деградації природних водних ресурсів. Промисловість відповідальна за 23 % від загального обсягу споживання води, а найбільш вимогливою галуззю до водозабезпечення є металургійна [1]. Неочищені або недоочищені стічні води підприємств з високим вмістом важких металів, потрапляючи у навколишнє середовище, призводять до важкопрогнозованих наслідків через їх довгий біологічний період напіввиведення та високий потенціал до біоаккумуляції. Це призводить до збільшення їх концентрації з підвищенням трофічних рівнів та до зниження біодеградації органічних забруднювальних речовин, що посилює вплив інших токсикантів.

Постійне зростання обсягів забруднення водних об'єктів внаслідок антропогенного впливу у тому числі через військові дії потребує негайного пошуку нових безпечних, економічно вигідних та легких в обслуговуванні методів очищення.

Стічні води з високим вмістом важких металів зазвичай піддаються обробці традиційними хімічними методами на основі процесів окиснення / відновлення та хімічного осадження. Ефективність цієї технології

сильно залежить від концентрації важких металів та продукує велику кількість осаду, тобто вона не є універсальною та маловідходною [2].

Найбільш поширеним фізичним методом очищення стічних вод є адсорбція, завдяки своїй простоті в обслуговуванні та великому різноманіттю адсорбентів, що робить її гнучким методом з ефективністю очищення від 70 % до 98 % в залежності від використаного адсорбенту та умов очищення [3].

Адсорбенти класифікуються за походженням, способом взаємодії з забруднювачами, за способом застосування, найчастіше використовуються природні адсорбенти такі як цеоліт, бентоніт та синтетичні сорбенти, активоване вугілля [4].

Значну увагу дослідників привертають адсорбційні методи очищення стічних вод з використанням в якості адсорбенту відходів виробництв, зокрема золошлакових відходів. Золошлакові відходи є широко розповсюдженими та майже не утилізуються в Україні, адже золовідвали більшості теплоелектростанцій переповнені, вже накопичено більш ніж 1000 млн т. відходів і щорічно накопичується ще 7 млн т [5]. Зокрема, в золовідвалі Сумської ТЕЦ накопичено близько 300 тис. т відходів.

Золошлакові відходи відповідають основним вимогам для сорбентів щодо великої питомої поверхні, сорбційної активності, безпечності у використанні та доступності [6]. Окрім цього, їх використання буде економічно вигідним у сфері утилізації відходів та матиме подвійний ефект у покращенні стану навколишнього середовища.

Проведені попередні дослідження властивостей золошлакових відходів Сумської ТЕЦ дозволили рекомендувати їх в якості сорбенту для очищення стічних вод.

Усі ці переваги роблять використання золошлакових відходів у процесах очищення стічних вод цікавою та перспективною альтернативою, яка може сприяти покращенню якості навколишнього середовища і стічних вод, а також економічній ефективності утилізації відходів.

Література

1. Blanco-Vieites M., Suárez-Montes D., Delgado F., Álvarez-Gil M., Hernández Battez A., Rodríguez E. Removal of heavy metals and hydrocarbons by microalgae from wastewater in the steel industry. *Algal Research*. 2022. Vol. 64. P. 102700.

2. Shrestha R., Ban S., Devkota S., Sharma S., Joshi R., Tiwari A. P., Kim H. Y., Mahesh Kumar Joshi M. K. Technological trends in heavy metals removal from industrial wastewater: A review. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 2021. Vol. 9, no. 4. P. 105688.
3. Shahrokhi-Shahraki R., Benally C., El-Din M. G., Park J. High efficiency removal of heavy metals using tire-derived activated carbon vs commercial activated carbon: Insights into the adsorption mechanisms. *Chemosphere*. 2021. Vol. 264. P. 128455.
4. Malovanyu M., Palamarchuk O., Trach I., Tymchuk I., Vronska N. Adsorption extraction of chromium ions (III) with the help of bentonite clays. *Journal of Ecological Engineering*. 2020. № 21. P. 178-185.
5. Яцишин А. В. Особливості впливу золівідвалів підприємств теплоенергетики на навколишнє середовище. *Проблеми надзвичайних ситуацій*. 2018. № 28. С. 57–68.
6. Foo K. Y., Nameed B. H. Insights into the modeling of adsorption isotherm systems. *Chemical Engineering Journal*. 2010. Vol. 156, no. 1. P. 2–10.

ШЛЯХИ УТИЛІЗАЦІЇ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ

ЗАЛЄВСЬКА Р. О., САКАЛОВА Г. В.

Вінницький державний педагогічний університет імені М. Коцюбинського
Kafedra.Chemistry@vspu.edu.ua

Не дивлячись на велику кількість наукових досліджень, проблема утилізації відходів остаточно не вирішена, тому необхідність вивчення перспектив застосування передових, екологічно безпечних технологій утилізації органічних відходів є очевидною. Органічні відходи, які становлять значну частину загальних відходів, найлегше переробляти. Результати переробки мають величезну користь для господарства, надають джерела чистої енергії та покращують загальне становище екосистем [1].

Зважаючи на те, що в Україні 92 % побутових відходів потрапляють на звалища, більшість з них безповоротно втрачаються. Органічні компоненти з високою вологістю швидко загнивають і біологічно розкладаються, вони є джерелом антисанітарії та екологічного забруднення середовища. У разі стихійного загоряння полігонів у атмосферу потрапляють токсичні речовини (діоксини і фурані) [2]. За розрахунками, кожна тонна побутових відходів виділяє від 120 м³ до 200 м³ біогазу, що містить переважно метан (СН₄) та вуглекислий газ (СО₂), із незначними кількостями неметанових органічних сполук [3]. Утворення біогазу та поширення його емісій за межі полігонів ТПВ є не лише проблемою для прилеглих територій та здоров'я населення, але також має суттєвий вплив на глобальний клімат у зв'язку з розповсюдженням метану.

Присутність метану в біогазі привертає увагу інвесторів до проектів дегазації полігонів, оскільки утилізація метану відкриває можливість виробництва тепла та електричної енергії. Такі проекти не лише сприяють зменшенню емісії метану в атмосферу, але й сприяють зменшенню ефекту парникового газу.

Органічні відходи, особливо харчові залишки, можуть стати джерелом шкідливих мікроорганізмів та бактерій, які можуть спричиняти захворювання; розкладання органічних відходів може призводити до неприємних запахів, які можуть перешкоджати мешканцям прилеглих територій і погіршувати якість життя. Необроблені органічні відходи, які потрапляють на землю, можуть забруднювати ґрунт токсичними речовинами та хімічними сполуками, що може вплинути на вирощування сільськогосподарських культур та загальну якість ґрунту.

Проте світовий досвід свідчить, що органічні відходи можуть бути не лише забруднювачами довкілля, але і джерелами біодобрив та біогазу. Для їх отримання необхідно застосовувати біологічні методи утилізації органічних відходів.

Таблиця 1 – Вихід біогазу внаслідок органічного розкладання відходів

Субстрат	Вихід біогазу, м ³ /тонну субстрату	Вихід метану, м ³ /тонну субстрату
Органічна сировина тваринного походження		
Гнійна рідота ВРХ	20–30 (середнє значення 25)	11–19 (середнє значення 14)
Свинячий гній	20–30 (середнє значення 28)	12–21 (середнє значення 17)
Твердий гній ВРХ	60–120 (середнє значення 80)	33–36 (середнє значення 34)
Пташиний послід	130–270 (середнє значення 140)	70–140 (середнє значення 90)
Органічна сировина рослинного походження		
Кукурудзяний силос	170–230 (середнє значення 200)	89–120 (середнє значення 106)
Солом'яно-зернова силосна маса	170–220 (середнє значення 190)	90–120 (середнє значення 105)
Зерно злаків	(середнє значення 620)	(середнє значення 320)
Трав'яний силос	170–200 (середнє значення 180)	93–109 (середнє значення 98)
Цукровий буряк	120–140 (середнє значення 130)	65–76 (середнє значення 72)
Кормовий буряк	75–100 (середнє значення 90)	40–54 (середнє значення 50)

До таких методів належить компостування – це природний процес розкладання органічних відходів в аеробних умовах за участю біологічних організмів. Утворення компосту відбувається в результаті часткового розкладання окремих продуктів, які містять органічну речовину й неорганічні баластові речовини. У відходах зазвичай міститься власна ендогенна змішана мікрофлора. Мікробна активність зростає, коли вміст води та концентрація

кисню досягають необхідного рівня. Крім кисню та води, мікроорганізмам необхідні джерела вуглецю, азоту, фосфору, калію та певних мікроелементів для росту та розмноження. Зазвичай ці потреби задовольняються речовинами, які містяться в органічних відходах. Мікроорганізми споживають органічні відходи як харчовий субстрат і розмножуються, в результаті чого вони виробляють воду, діоксид вуглецю, органічні сполуки та енергію. Частина цієї енергії, яка вивільняється під час біологічного окислення вуглецю, використовується в метаболічних процесах мікроорганізмів, а інша частина виділяється у вигляді тепла. Кінцевий продукт компостування, який називається компостом, містить найбільш стабільні органічні сполуки [3].

Ще одним перспективний напрямом у компостуванні є вермикультивування – це сучасна біотехнологія, за допомогою якої органічні відходи можна не тільки ефективно утилізувати, а й трансформувати в повноцінні тваринні білки, а також біогумус [4]. Даний процес відбувається за рахунок спеціальних організмів, які в процесі своєї життєдіяльності перетворюють субстрат (відходи) в повноцінний білок і біогумус. Вихід готового продукту досягає 40–60 %, тобто з однієї тони відходів можна отримати 400–600 кг біогумусу – цінного органічного добрива, а також 100 кг білкової маси, яку можна використати для годівлі тварин, птахів чи риби. У невеликих господарствах можливо протягом року утилізувати до 2 т відходів, отримавши при цьому 40–45 кг живої маси.

За анаеробних умов отримують біогаз з органічних відходів. В анаеробному процесі розкладання органічних (сільськогосподарських, харчових) відходів утворюються газова суміш (біогаз). Залежно від якості сировини й технології обробки, біогаз містить 55–75 % метану. Інші істотні складові частини біогазу – двоокис вуглецю 30–40 %, водень 5–10 %, азот 1–2 % і сірководень [4]. Анаеробне зброджування здійснюється в реакторах (метантенках).

Крім того, існують інші економічно вигідні методи утилізації органічних відходів, які походять від рослинництва (солома, кукурудзяні качани і стебла та ін.) а також відходи цукрової та олійно-жирової промисловості. Такі відходи можуть бути використані як корм для тварин або птиці. Паралельно з цим з відходів можуть бути вироблені корисні продукти, такі як целюлоза, папір, картон, масло, дріжджі, лимонна кислота та ін.

Різноманітні напрямки використання органічних відходів та їх ефективне поєднання демонструють, що управління органічними відходами може бути не

лише екологічно корисним, але й економічно вигідним, сприяючи оптимальному використанню ресурсів та розвитку сталого виробництва.

Біологічні методи переробки органічних відходів є ефективними з екологічних та економічних поглядів. Ці методи можуть бути застосовані як у домашніх господарствах, так і в централізованих системах утилізації. Вони вимагають менше трудових і матеріальних ресурсів порівняно з іншими методами обробки органічних відходів.

Література

1. Organic Waste Recycling: How To Recycle Organic Waste? Earth Reminder. URL.: <https://www.earthreminder.com/organic-waste-recycling-process-and-steps/> (дата звернення 21.09.2023)
2. Горобець О. В. Перспективні напрями утилізації органічних відходів. Житомир: ЖНАЕУ, 2016. 102 с.
3. Tymchuk I., Shkvirko O., Sakalova H., Malovanyu M., Dabizhuk T., Shevchuk O., Vasylynych T. Wastewater a Source of Nutrients for Crops Growth and Development. *Journal of Ecological Engineering*. 2020. Vol.21. №5. P.88–96.
4. R. Korol, H. Sakalova. Methanogenesis of waste in technical systems as an energy conservation factor. *Personality and Environmental Issues*, 2022. Vol.1. Issue.2. P. 22–26.

ЕТАПИ ОРГАНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ

ІЛЛЯШ О. Е., ГОЛІК Ю. С., ЧЕПУРКО Ю. В., СЕРГА Т. М.

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
iloks2504@gmail.com, golik38@i.ua, juliakorzh2003@gmail.com,
tetjanaserga@gmail.com

Однією із ключових складових формування сфери управління відходами на регіональному рівні є планування системи управління побутовими відходами [1], що ґрунтується на даних стосовно кількісних і якісних характеристик побутових відходів, а саме обсягів утворення даних відходів та компонентного (морфологічного) їх складу. Тому одним із нагальних завдань при розробленні проекту «Регіонального плану управління відходами у Полтавській області до 2030 року» стало визначення кількісних і якісних характеристик побутових відходів та подальше прогнозування динаміки їх зміни для можливості

об'єктивного планування інфраструктури та потужностей об'єктів оброблення побутових відходів як на рівні регіону, так й на місцевих рівнях [2].

Першочергово були визначені потенційні обсяги побутових відходів, що продукуються на території різних громад й, зокрема міста Полтави, і які можуть бути зібрані за умови досягнення 90–100 % охоплення населення послугою із збирання відходів. На сьогодні в різних громадах послугою із збирання відходів охоплено від 10–90 % населення, а в середньому по області 78 %, але цей середній показник досягнуто за рахунок 90–100 % охоплення населення в містах, зокрема в місті Полтаві.

Відповідно визначення потенційних обсягів утворення побутових відходів проводилось із умови поступового розширення послуги із збирання відходів у громадах Полтавської області до 90 %, а у 6 громадах Полтавського підкластеру (6 найближчих громад до м. Полтави) – 100 % [2, 3].

Важливими елементом при організації системи управління побутовими відходами є визначення їх морфологічного складу.

Вперше у Полтавській області дослідження складу побутових відходів були проведені європейськими експертами в рамках співпраці з проектом GIZ у період 2015–2017 роки [4].

На наступному етапі у період 2018–2022 роки були проведені локальні (в окремі сезони року) дослідження морфології побутових відходів в окремих населених пунктах області: м. Полтаві, м. Хоролі, с. Покровське Решетилівської громади, с. Новооржицьке Новооржицької громади, с. Харсіки Чорнухинської громади, с. Олександрівка Гребінківської громади та с. Яцини Пирятинської громади [3, 5].

На основі накопичених даних щодо морфології був визначений орієнтовний склад побутових відходів (за окремими компонентами), що продукуються на територіях громад різних типів Полтавської області (представлено в табл. 1):

- міського типу із крупними містами, зокрема місто Полтава, де переважає багатоповерхова забудова житлового сектору;
- міського типу, де переважає приватна забудова житлового сектору;
- селищного й сільського типу, де переважає приватна забудова житлового сектору.

Аналіз даних таблиці 1 показали, що частка побутових відходів, які можуть мати цінність як вторинна сировина (пластик, папір й картон, скло, метали), в середньому становить від 20 % до 30 % від загального обсягу побутових відходів,

що направляються на звалища для видалення, крім того, частка органічних відходів у середньому складає від 27 % до 40 %.

Результати оцінювання компонентів побутових відходів, які можуть мати потенційну енергетичну цінність, показали, що їх частка в середньому становить від 39 % до 61 %.

Таблиця 1 – Орієнтовний склад побутових відходів (ПВ), що продукуються на територіях громад Полтавського кластеру

№ п/п	Назва компоненту проби	Діапазон вмісту компонентів від загальної маси ПВ для територіальних громад (ТГ) різних типів, %		
		ТГ міського типу з переважанням БПЖС*	ТГ міського типу з переважанням ПЖС**	ТГ селищного й сільського типу з ПЖС**
1	Органічні відходи (овочі, фрукти, відходи садівництва тощо)	29,0 – 49,3	32,76 – 40,18	19,3 – 35,0
2	Папір і картон	5,7 – 9,0	5,63 – 11,0	1,2 – 1,4
3	Полімери (пластик, пластмаси)	6,2 – 13,0	4,25 – 12,06	1,4 – 7,0
4	Скло	7,8 – 15,0	4,08 – 6,0	5,4 – 24,0
5	Метали (чорні, кольорові)	0,8 – 2,2	1,55 – 4,25	0,9 – 3,8
6	Текстиль	2,9 – 3,5	2,63 – 3,6	0,1 – 2,1
7	Дерево	0,28 – 0,4	0,75 – 0,88	0,5 – 1,6
8	Небезпечні відходи (батареї, сухі та електролітичні акумулятори, лампи з вмістом ртуті тощо)	0,48 – 0,7	0,0 – 1,0	0,0 – 0,7
9	Кістки, шкіра, гума	0,53 – 1,8	0,98 – 1,12	0,1 – 3,1
10	Залишок твердих побутових відходів після вилучення компонентів	24,61 – 27,0	31,16 – 34,19	37,0 – 55,4

Примітка: * БПЖС – багатоповерховий житловий сектор, ** ПЖС – приватний житловий сектор.

Дані результати оцінювання вмісту компонентів у загальній масі побутових відходів необхідні для вибору варіанту створення зон оптимального охоплення системою управління побутовими відходами на певному територіальному рівні (створення кластерів, підкластерів) та вибору в межах цих

кластерів сценаріїв щодо різних способів збирання (у тому числі роздільного) та оброблення побутових відходів.

Література

1. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 8 листопада 2017 р. № 820-р «Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року». Доступно: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80/page>
2. Проект «Регіональний план управління відходами у Полтавській області до 2030 року». URL: <https://www.adm-pl.gov.ua/advert/oprilyudnennya-dlya-obgovorennya-proektu-regionalniy-plan-upravlinnya-vidhodami-u-poltavskiy-> (дата звернення 21.09.2021)
3. Ілляш О.Е., Голік Ю.С. Дослідження ресурсного потенціалу побутових відходів у Полтавській області. *Проблеми охорони праці в Україні*. 2023, 39 (1–2)/2023. С. 47–54.
4. Субрегіональна стратегія поводження з твердими побутовими відходами для Полтавської області, проект «Реформа управління на сході України» «Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH», представлено для Полтавської обласної державної адміністрації, GFA Consulting Group, 2016. 83с.
5. Ілляш О.Е., Голік Ю.С. Організація моніторингу системи управління побутовими відходами. Technologies and strategies for the implementation of scientific achievements: collection of scientific papers «SCIENTIA» with Proceedings of the I International Scientific and Theoretical Conference. 2022. Vol. 2, May 27, Stockholm, Kingdom of Sweden: European Scientific Platform.: URL: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/scientia/issue/view/27.05.2022> (дата звернення 21.09.2021)

СУЧАСНИЙ СТАН ЗАБРУДНЕННЯ АГРОЕКОСИСТЕМ ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ ПІД ВПЛИВОМ ЗРОШЕННЯ

ІЛЬІНА А. О., СТОЯНОВА Д. В.

Одеський державний екологічний університет

ilina_ann@ukr.net

Територія Запорізької області відноситься до територій з недостатнім або нестійким режимом зволоження ґрунту. Тому виробництво сільськогосподарської продукції вимагає застосування зрошення для отримання достатньої кількості, якості та екологічної чистоти врожаїв. Але зрошення в деяких випадках веде до осолонцювання та засолення ґрунту. Тому з екологічної точки зору дуже важливо ураховувати забруднення ґрунту внаслідок зрошування [1].

Засолення ґрунту, як відомо, являє собою збільшення утримання у ньому легкорозчинних солей (карбонату натрію, хлоридів, сульфатів). Якщо процес

засолення обумовлений засоленістю ґрунтоутворюючих порід, приносом солей ґрунтовими та поверхневими водами, тоді засолення називають первинним або вторинним. Процес осолонцювання являє собою утворення солодей з солонців шляхом деградації останніх в результаті заміщення обмінного Na^+ на H^+ . Воно обумовлено натрієво-кальцієвим потенціалом зрошувальної води.

Процес засолення ґрунту обумовлений кількістю мінеральних солей, які знаходяться у зрошувальній воді, тобто значенням її мінералізації. Вплив осолонцювання ґрунту на формування врожаю сільськогосподарських культур враховується за допомогою функцій впливу рівню натрієво-кальцієвого потенціалу ґрунту на приріст рослинної маси:

$$K_{\text{Na-Ca}}^j = 1 - (0,31P_{\text{Na-Ca}}^{\text{почв}(j)} - 0,4)\mu^j \text{TSL}^j n^j \quad (1)$$

де $K_{\text{Na-Ca}}^j$ – функція впливу натрієво-кальцієвого потенціалу ґрунту на приріст сухої біомаси цілої рослини, безрозмірна; $P_{\text{Na-Ca}}^{\text{почв}(j)}$ – натрієво-кальцієвий потенціал ґрунту, безрозмірний; μ – потенціальна інтенсивність росту рослин, безрозмірна; TSL – середня за декаду ефективна температура.

В декаду вегетаційного поливу ця характеристика визначається нами в залежності від рівня натрієво-кальцієвого потенціалу зрошуваної води та внесення фосфогіпсу:

$$P_{\text{Na-Ca}} = (1,25P_{\text{Na-Ca}} - 0,125)K_{\text{Na-Ca}}(\text{GH})K_{\text{Na-Ca}}(\text{GЧ}) \quad (2)$$

де $P_{\text{Na-Ca}}$ – натрієво-кальцієвий потенціал зрошувальних вод, безрозмірний; $K_{\text{Na-Ca}}(\text{GH})$ та $K_{\text{Na-Ca}}(\text{GЧ})$ – відповідно, функції впливу внесення кількості (норм) фосфогіпсу та часу внесення фосфогіпсу.

Зниження продуктивності рослин під впливом засолювання ґрунту розраховується за допомогою функції впливу міри засолювання ґрунту на приріст біомаси рослин:

$$K_S^j = 1 - q_S (S_{\text{почв}}^j - S_{\text{почв}}^{\text{кр}}) \mu^j \text{TSL}^j n^j \quad (3)$$

де K_S^j – функція впливу утримання солей у ґрунті на приріст біомаси рослин, безрозмірна; qs – зниження приросту біомаси на одиничний приріст засолення, безрозмірний; $S_{почв}^j$ – вміст солей у водній витяжці ґрунту, гр /л;
 $S_{почв}^{кр}$ – критичний рівень засолення, гл⁻¹ [2].

Підвищення мінералізації поливної води також призводить до двократного зниження надходження ⁸⁹Sr в озиму пшеницю як відразу після поливу, так і в період збирання врожаю, що також пов'язане із збільшенням кількості іонів, що конкурують в процесах сорбції (таблиця 1).

Таблиця 1 – Вплив гідрохімічного класу зрошувальної води на накопичення ⁸⁹Sr у урожаї озимої пшениці при зрошуванні дощуванням, нормою 500 м³/га

Гідрохімічний клас зрошувальної води	Мінералізація, мг/дм ³	Концентрація ⁸⁹ Sr, відносна одиниця	
		Вегетативна маса після поливу	Зерно
Гідрокарбонатно-натрієвий	490	330	3,0
Гідрокарбонатно-кальцієвий	300	180	4,5
Хлорідно-натрієвий	880	190	5,5
Сульфатно-натрієвий	780	70	1,0

При поливі сільськогосподарських культур дощуванням водою різного гідрохімічного складу і різного ступеня мінералізації забруднення урожаю ¹³⁷Cs розрізнялося від 2-х до 5-ти разів.

Література

1. Маринич О. М., Шищенко П. Г. Фізична географія України: Підручник. К.: Знання, 2005. 511 с.
2. Грабак Н.Х., Топіха І.Н., Давиденко В.М., Шевель І.В. Основи ведення сільського господарства та охорона земель: навчальний посібник, 2-е видання. К.: ВД «Професіонал», 2006. 496 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ЗРОШЕННЯ НА АГРОЦЕНОЗИ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ З УРАХУВАННЯМ РАДІОНУКЛІДНОГО ЗАБРУДНЕННЯ

ІЛЬІНА В. Г., ЧЕРНЕНКО О. А.

Одеський державний екологічний університет
ilina_ann@ukr.net

В умовах глобального потепління актуальним є питання впливу якості зрошувальної води на стан агроценозів. Київська область відноситься до зони післячорнобильського забруднення, тому для цієї території дуже актуальною є проблема використання води для зрошення, яка може вміщувати певну кількість радіонуклідів. Для оцінки впливу радіонуклідного забруднення на якісні та кількісні характеристики сільськогосподарської продукції, яка отримана на забруднених землях, широко використовується математичне моделювання. Тому у роботі виконано оцінку можливого впливу радіонуклідів, які потрапляють у ґрунтово-рослинний покрив при зрошенні в умовах Київської області.

Накопичення радіонуклідів у рослинах на зрошуваних землях відбувається внаслідок кореневого надходження радіонуклідів, що знаходяться в ґрунті внаслідок первинних випадань Чорнобильського і дочорнобильського походження, радіонуклідів, що привносяться в ґрунт при поливі забрудненою водою, а також унаслідок безпосереднього надходження радіонуклідів з поливної води в листя [1].

Сумарна активність, яка утримується наземною частиною рослин при поливі, може бути представлена як:

$$A_i = f_{w,i} A_w, \quad (4)$$

де A_i – сумарна питома активність на рослині виду i ; $f_{w,i}$ – фракція утримання для рослини виду i ; A_w – питома поверхнева активність внесена при поливі.

Частка, утримуваних рослиною, радіонуклідів визначається як:

$$f_{w,i} = \frac{LAI_i S_i}{R} \left[1 - \exp\left(\frac{-\ln 2}{3 \cdot S_i} \cdot R\right) \right], \quad (2)$$

де S_i – ефективне утримання води для рослини виду i ; LAI_i – поверхня листової частини рослин, що приходить на одиницю площі їхнього росту; R – питомий об'єм поливу на одиницю площі листової поверхні.

Для розрахунків за моделлю були використані середні для основних сільськогосподарських культур, які культивуються в Київській області, норми зрошення за період вегетації, які наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Середні для умов Київської області зрошувальні норми (тис. м³/га за вегетаційний період)

Рослина	Зрошувальна норма	Рослина	Зрошувальна норма
Трава	0,6–1,5	Кукурудза	1–1,5
Озима пшениця	1–2	Буряк	0,6–1
Яра пшениця	1–2	Картопля	0,6–1
Озимий ячмінь	1–2	Листкові овочі	2–3
Ярий ячмінь	1–2	Плодові овочі	1–1,5
Овес	1–2	Овочі-коренеплоди	0,6–2

Активність рослинних продуктів формується за рахунок безпосереднього надходження радіонуклідів через листя, а також за рахунок кореневого надходження:

$$C_i(t) = C_{i,l}(t) + C_{i,r}(t), \quad (3)$$

де $C_i(t)$ – загальна активність у рослині виду i , Бк/кг; $C_{i,l}(t)$ – активність в рослині виду i від надходження через листя, Бк/кг; $C_{i,r}(t)$ – активність в рослині виду i від кореневого надходження, Бк/кг.

Крім того, виконано моделювання впливу видів зрошення на перехід радіонуклідів з ґрунту у рослини, яке наведено у таблиці 2.

Таблиця 2 – Середні коефіцієнти переходу радіонуклідів з поливних вод у рослини 10⁻³ (Бк/кг сирової маси)/(Бк/м² угідь)

Елемент	Спосіб поливу	Озима пшениця зерно	Люцерна зелена маса	Кукурудза зерно	Буряк коренеплід	Капуста качан
Cs	по борознах	1,0	2,5	0,4	0,6	0,5
Cs	дощування	2,0	6,0	0,6	0,8	0,8
Sr	по борознах	3,0	7,0	0,06	0,8	0,8
Sr	дощування	4,0	7,0	0,13	0,8	1,0

Отримані результати можуть бути використані для оцінки стану агроценозів.

Література

1. Радіаційний стан зони відчуження в 2002 році В.В. Деревець, С.І. Кіреєв, С.М. Обрізан та ін. Бюлетень екологічного стану зони відчуження. Київ: “Чорнобильінтерінформ”, травень 2003. № 1 (21). С. 3–33.

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ДЕГРАДАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ҐРУНТІВ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

ІЛЬІНА В. Г., ПРИЛОЖЕНКО А.В.

Одеський державний екологічний університет
nastyaboliukh14@gmail.com

Житомирська область розміщена в північно-західній частині України і займає близько 3 млн га (2982,7 тис. га) площі. Антропогенне навантаження на навколишнє природне середовище протягом багатьох десятиріч спричинило значну техногенну ураженість екосфери України, в тому числі і в Житомирській області [1].

Найбільшу загрозу для фізичної структури ґрунтів і земель представляють ерозійні явища. Основний ареал поширення дефляційних процесів в Житомирській області – рівнинна територія зони Полісся із значними площами піщаних і супіщаних ґрунтів, сформованих на глибоких пісках. Площа таких земель сягає 114,5 тис. га, а загальний відсоток дефляційно небезпечних ґрунтів досить великий (40 %) [2].

Для аналізу деградаційних процесів була використана інформація про основні прояви останніх у різних зонах Житомирської області за період з 2013 по 2019 роки. На рисунку 1 наведено екологічний стан орних земель області за проявом деградаційних процесів.

Ці дані свідчать, що перезволоження земель має найбільшу питому вагу серед деградаційних процесів (60 %), що являється додатковим чинником ризику у зв'язку з радіоактивним забрудненням Поліських територій.

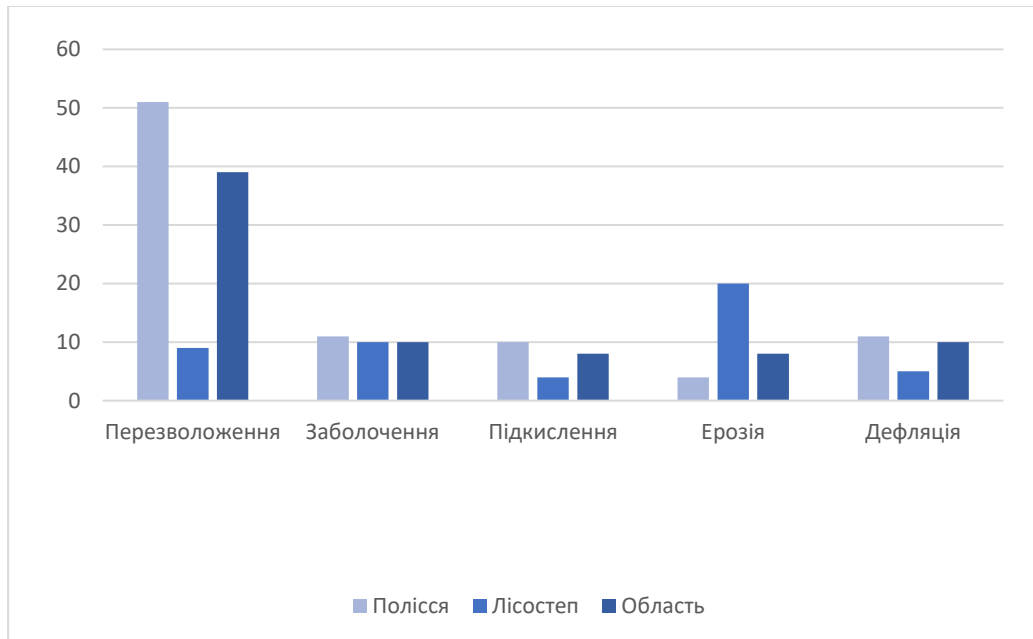


Рисунок 1 – Екологічний стан орних земель області за проявом деградаційних процесів

Висновок щодо деградації ґрунтів підтверджують результати агрохімічних обстежень. Найбільший вміст гумусу в ґрунтового покриві ріллі встановлено в межах 2,5 %. Помітне зниження його відбулося в останні десятиріччя. Ця тенденція продовжується і в останній період. У результаті вміст гумусу на даний час, порівняно з вихідним, знизився відповідно в зоні Полісся в 1,27 рази, в зоні Лісостепу – в 1,17 і в ґрунтового покриві області – в 1,2 рази.

Через дію різних природних, а здебільшого антропогенних факторів, на значній площі території Житомирської області, й насамперед на землях сільськогосподарського призначення, спостерігається погіршення якісного стану ґрунтового покриву з низькими показниками природної родючості у Поліській частині області (рис. 2).

Як засвідчують результати аналізу, призупинити деградаційні процеси в агроландшафтах області можливо, лише запровадивши цілий комплекс організаційних, агротехнічних, агрохімічних, гідротехнічних й інших заходів, та при науково-обґрунтованих підходах до вирощування різних сільськогосподарських культур на цій території.

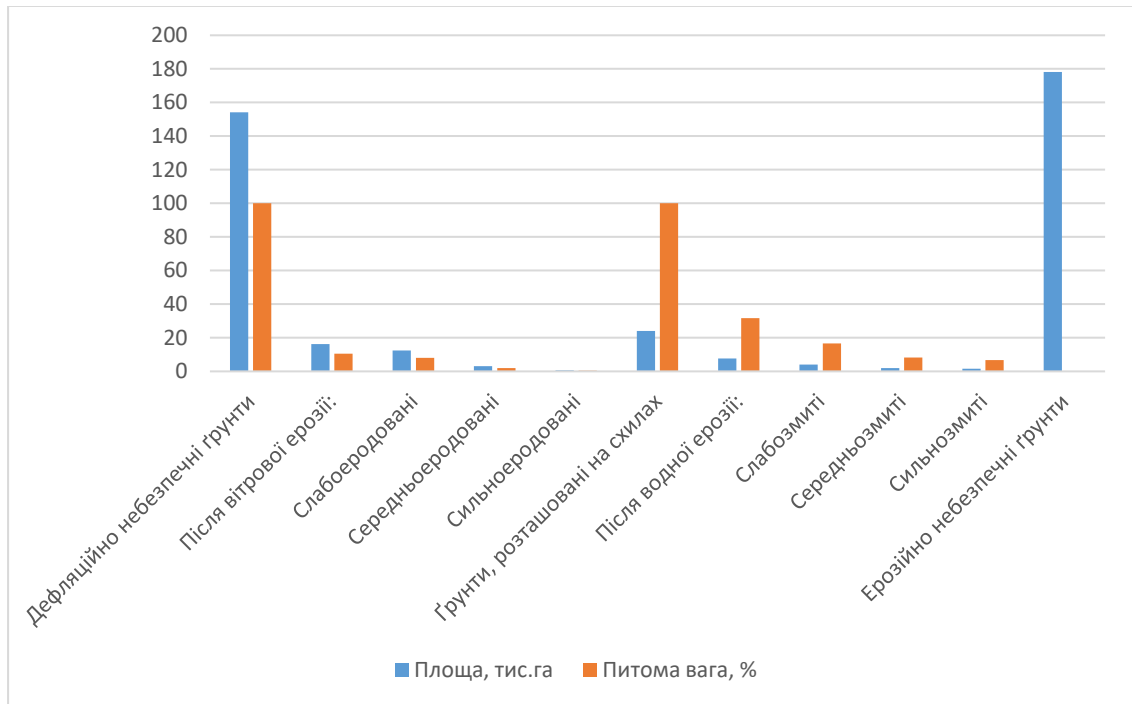


Рисунок 2 – Площа ерозійно-небезпечних ґрунтів зони Полісся

Отримані результати будуть використані у подальшому для моделювання деградаційних процесів у ґрутовому покриві Житомирської області.

Література

1. Адаменко О.М., Рудько Г.И. Основы экологической геологии. Київ, 1995. 211 с.
2. Барановський В.А. Екологічна географія і екологічна картографія. Київ: Фітосоціоцентр, 2001. 252 с.

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ҐРУНТІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ВІННИЦЬКОЇ ОБДАСТІ ЗА ВМІСТОМ ГУМУСУ

ІЛЬІНА В. Г., ДУМАНСЬКА О. Р.
Одеський державний екологічний університет
Olena11d@gmail.com

Територія Вінницької області є основною з вирощування сільськогосподарських рослин, тому оцінка якості ґрунтів є дуже актуальною

темою, у зв'язку із збільшенням антропогенного навантаження на ґрунтовий покрив при використанні його для цілей сільськогосподарського виробництва.

Ґрунти Вінницької області достатньо забезпечені органічною речовиною, але для отримання високих та стійких врожаїв, з ціллю збільшення продуктивності ґрунтів бажано використовувати внесення органічних добрив.

Систему удобрення в сівозмінах слід планувати з урахуванням надходження і втрат елементів живлення. Водночас із посиленням ролі органічних добрив при переході на методи біологічного землеробства не передбачається повної відмови від застосування мінеральних добрив, вапна, гіпсу та мікроелементів [1].

Спостерігається значна взаємодія між агрохімічними нормативами, які використовують при розробці рекомендацій для господарств, та ступенем екологічної небезпеки від їх реалізації. Виконано аналіз сучасного стану ґрунтів сільськогосподарського призначення Вінницької області за вмістом гумусу. Він виконувався за даними 2014 по 2020 років.

На рисунку 1 приведений вміст гумусу за досліджуваний період. Синім кольором проведено оцінку шляхом осереднення за 2014–2017 роки, 2018–2020 роки позначено помаранчевим кольором.

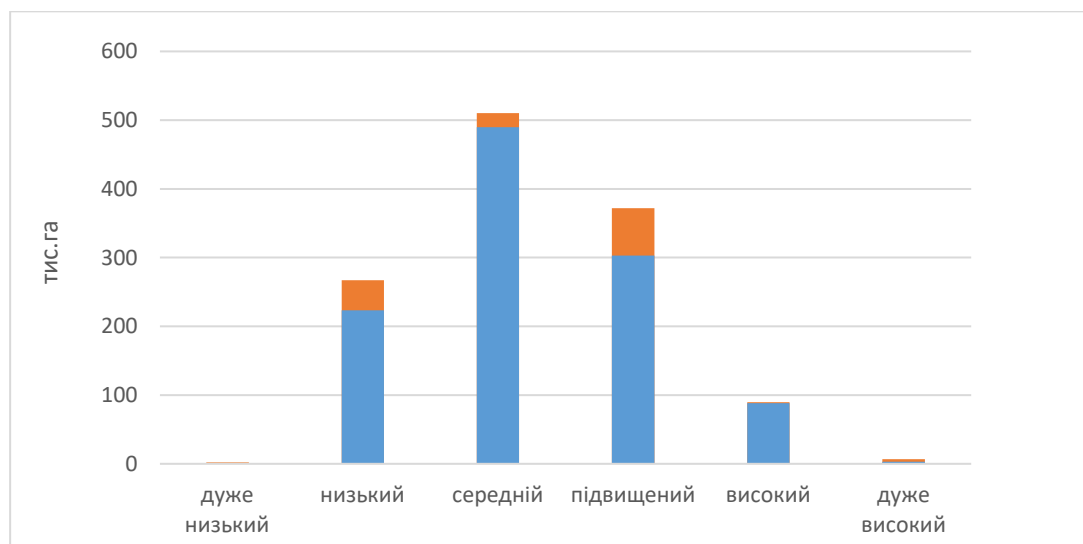


Рисунок 1 – Вміст гумусу в ґрунтах сільськогосподарського призначення Вінницької області.

Проаналізувавши графік можна зробити висновок, що більшість обстежуваних територій мають середній вміст гумусу за площею

розповсюдження. Території з підвищеним вмістом гумусу також займають великі площі, які оцінюються у 30 % від загальної площі земель, які зайняті під сільськогосподарське виробництво.

При цьому, можна спостерігати збільшення площ зайнятих підвищеним вмістом гумусу за останні роки.

Стан ґрунтів сільськогосподарського призначення у Вінницькій області проаналізовано також більш детально за період 2017–2019 роки. На рисунку 2 приведено середньорічне значення вміст гумусу за 2017–2019 роки для умов Вінницької області.

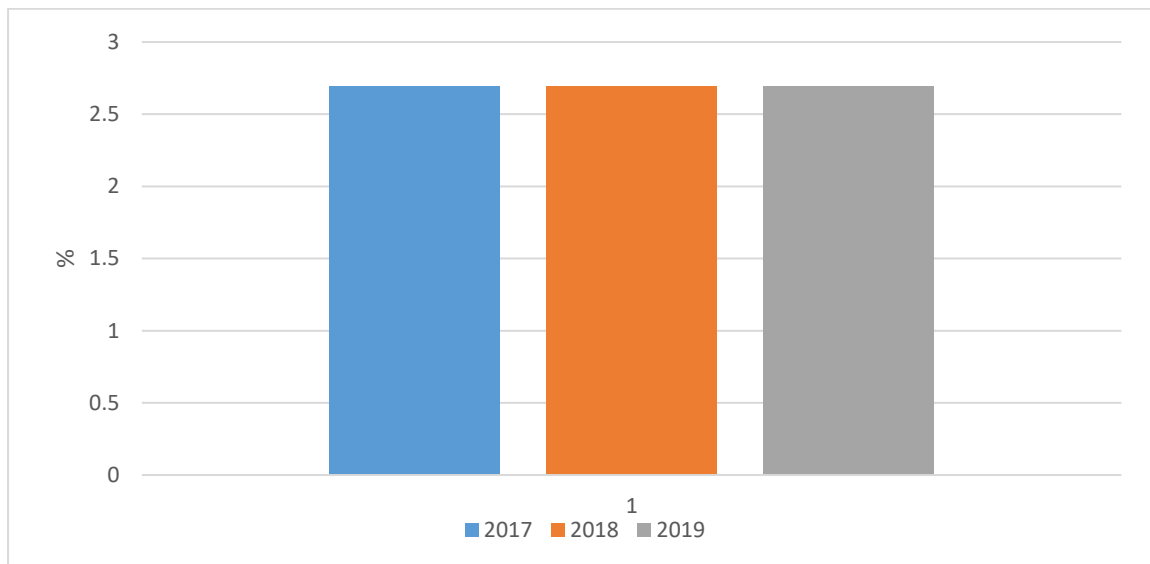


Рисунок 2 – Середньорічний вміст гумусу за 2017–2019 роки у ґрунтах сільськогосподарського призначення Вінницької області

З даного рисунку 2 видно, що середній показник вмісту гумусу по області на протязі трьох років залишився сталим у межах 2,69 %. Виконавши аналіз сучасного стану ґрунтів, можна зробити висновок, що ґрунти Вінницької області достатньо забезпечені гумусом і дозволяють отримувати високі та стійкі врожаї багатьох сільськогосподарських рослин.

Література

1. Городній М. М. та ін. Агрохімія: підручник. Київ: ТОВ “Алефа”, 2003. 778 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМНОГО ВПЛИВУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ З УРАХУВАННЯМ ГЕОЛОГІЧНОГО ВПЛИВУ (на прикладі річок Десна та Сула)

¹КОВАЛЕНКО С. А., ¹ПОНОМАРЕНКО Р. В., ²ДАРМОФАЛ Е. А.

¹Національний університет цивільного захисту України

²Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»

kovalenkos@nuczu.edu.ua

Підземні води є одним з основних джерел питної води. В Україні підземні води переважно використовуються для господарсько-питного водопостачання, сільського господарства та для виробничо-технічних цілей. Запаси поверхневих та підземних вод, які придатні для питного водопостачання, нерівномірно розподілені територією країн світу, в тому числі й в Україні. Відповідно до даних Національного звіту про якість питної води та стан постачання питної води в Україні станом на 2020 рік близько 70 % жителів мали доступ до централізованого водопостачання. Науковці в основному досліджують якість поверхневих та підземних вод України та країн світу в цілому, їх використання, вплив на здоров'я населення, визначають чинники забруднення [1–2], проте недостатньо уваги приділяється саме дослідженню взаємного впливу поверхневих водних об'єктів за течією основної річки з урахуванням ґрунтових вод.

Для проведення дослідження обрано найбільш стабільну сполуку – хлориди, оскільки він не споживається біологічними організмами і не перетворюється у інші сполуки, як наприклад амоній, нітрати чи нітрити. Також більшість хлоридів добре розчиняються у воді. Винятками є нерозчинний у воді хлорид срібла (AgCl) та малорозчинний хлорид свинцю (PbCl_2). Хлориди можуть потрапляти до водних об'єктів із станцій водопостачання та водовідведення, у випадку якщо на очисних спорудах застосовується хлор для знезараження води для подальшого постачання споживачам питної води через водопровідні мережі. Для дослідження були використані дані спостережень лівих приток річки Дніпро, а саме Десна та Сула та побудовані графіки кореляційних залежностей між вмістом хлоридів вказаних приток у постах спостереження, які знаходяться найближче до Дніпра, враховуючи напрям руху основної течії річки Дніпро

(рисунки 1–4) для 2012, 2015, 2018 та 2020 року. Для річки Десна досліджено дані з посту, який розташований у с. Крехаїв Чернігівського р-ну на кордоні Чернігівської та Київської обл., а для річки Сула – з посту спостереження, який розташований у місті Лубни Полтавської обл.

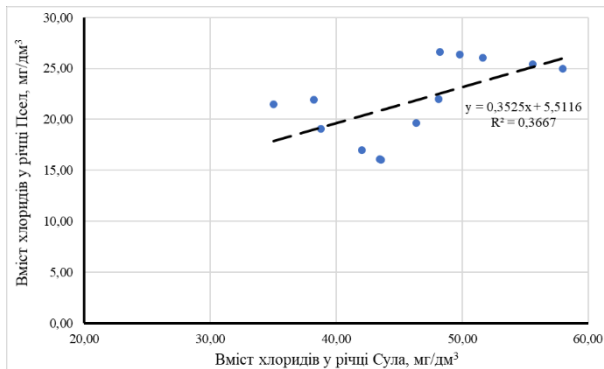


Рисунок 1 – Кореляційна залежність між вмістом хлоридів у річці Десна і річці Сула за 2012 рік

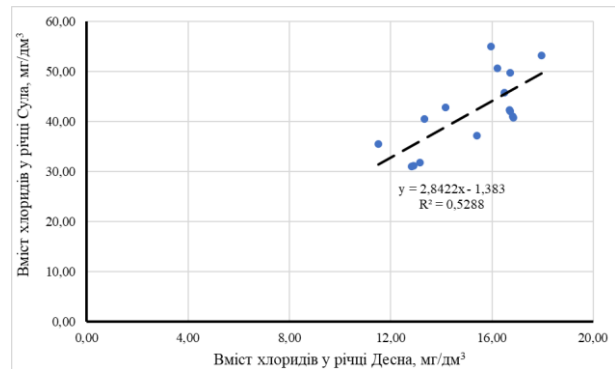


Рисунок 2 – Кореляційна залежність між вмістом хлоридів у річці Десна і річці Сула за 2014 рік

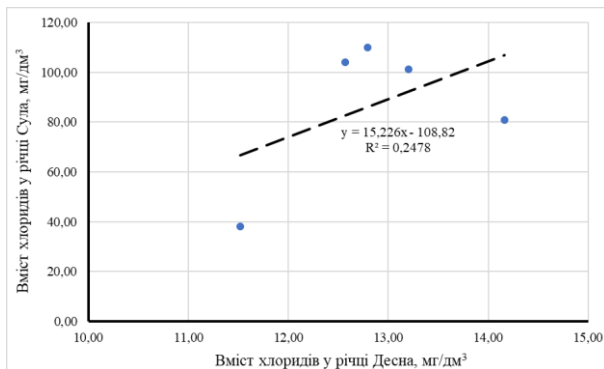


Рисунок 3 – Кореляційна залежність між вмістом хлоридів у річці Десна і річці Сула за 2018 рік

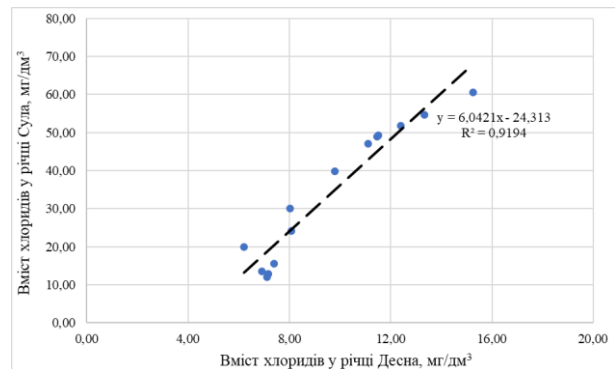


Рисунок 4 – Кореляційна залежність між вмістом хлоридів у річці Десна і річці Сула за 2020 рік

Таким чином, на рисунках 1–4 спостерігається взаємний вплив поверхневих водних об’єктів за течією річки Дніпро з урахуванням геологічного впливу однієї річки на іншу, на прикладі річок Десна та Сула, а саме з постів спостереження, які знаходяться найближче до Дніпра. Також виявлено, що тенденція взаємного впливу вищерозташованих приток на нижчерозташовані зберігається із роками, тому потребує більш детального дослідження вздовж

річок Десна і Сула окремо по постах спостереження, які розташовані вище за течією приток і за вмістом інших домішок, які містяться у поверхневих водних об'єктах.

Література

1. Прохорова Л., Непша О., Зав'ялова Т. Якість поверхневих та підземних вод Запорізької області та її вплив на здоров'я населення. Філософія здоров'я – здоровий спосіб життя – здорова нація : Зб. ст., тез і доп. Всеукр. науково-практ. конф., м. Херсон, 25 квіт. 2018 р. С. 202 – 209. URL: <http://eprints.mdpu.org.ua/id/eprint/1764/>.
2. Genotoxicity of source, treated and distributed water from four drinking water treatment plants supplied by surface water in Sardinia, Italy / D. Feretti et al. *Environmental research*. 2020. Vol. 183. P. 1 – 9. URL: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109385>. (дата звернення 21.09.2021)

РОЛЬ ЕКОЛОГІВ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ: МОНІТОРИНГ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ, ОЦІНКА РИЗИКІВ, РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ВІДНОВЛЕННЯ ЕКОСИСТЕМ

КОЛОШКО Ю. В.

Національний університет цивільного захисту України
yuvita.75@ukr.net

Екологи відіграють важливу роль у надзвичайних ситуаціях, таких як природні катастрофи, аварії на промислових об'єктах або інші події, які мають негативний вплив на довкілля та здоров'я людей. Їх робота спрямована на збереження природних ресурсів, оцінку впливу надзвичайних ситуацій на екосистеми та розробку заходів для відновлення навколишнього природного середовища. Ось деякі з аспектів ролі екологів у надзвичайних ситуаціях [1]:

1. Моніторинг стану довкілля:
 - збір та аналіз даних: екологи проводять систематичний моніторинг різних аспектів довкілля, включаючи якість повітря, води, ґрунту, а також стан біорізноманіття та екосистем. Вони використовують датчики, лабораторні аналізи та віддалені методи, такі як супутникові знімки;
 - інформаційне сповіщення: екологи надають важливу інформацію владі та громадськості щодо змін у стані довкілля, які можуть бути спричинені

надзвичайними ситуаціями. Ця інформація допомагає попереджати екологічні кризи та приймати необхідні заходи [1].

2. Оцінка ризиків:

– виявлення потенційних загроз: екологи визначають, які надзвичайні ситуації можуть виникнути в конкретному регіоні або внаслідок певних дій. Наприклад, вони можуть визначити ризики забруднення водних джерел у випадку аварії на хімічному заводі або можливий вплив кліматичних змін на прибережні райони;

– оцінка наслідків: екологи аналізують можливі наслідки надзвичайних ситуацій, включаючи втрату біорізноманіття, забруднення природних ресурсів та загрози здоров'ю людей. Ця оцінка допомагає визначити пріоритети у відновленні екосистем [2].

3. Розробка заходів з відновлення екосистем:

– планування відновлення: екологи спільно з іншими спеціалістами розробляють стратегії та плани відновлення пошкоджених екосистем. Це може включати в себе встановлення бар'єрів для обмеження поширення забруднень, рекультивацію земель, а також введення заходів для підтримки відновлення біорізноманіття;

– моніторинг відновлення: після застосування заходів відновлення, екологи слідкують за їхніми результатами і виконують оцінку ефективності. Це допомагає визначити, чи досягнуті поставлені цілі і які корективи можуть бути необхідні.

4. Консультування та навчання:

– консультації з екологічної безпеки: екологи надають консультації владі, підприємствам та громадам щодо екологічної безпеки та збереження природи під час надзвичайних ситуацій. Розробляють плани дій та рекомендації щодо мінімізації впливу на навколишнє природне середовище;

– навчання і підготовка: екологи проводять навчальні заходи для громад та фахівців з питань екологічного управління та реагування на надзвичайні ситуації. Це допомагає підготувати людей до дій у надзвичайних обставинах та підвищити свідомість щодо охорони навколишнього природного середовища [3].

Усі ці функції спільно сприяють збереженню екологічної стабільності та сталому використанню природних ресурсів у випадку надзвичайних ситуацій,

допомагають зменшити негативний вплив на навколишнє природного середовище та забезпечують безпеку та благополуччя людей.

Література

1. Sutherland W. J., et al. A 2018 Horizon Scan of Emerging Issues for Global Conservation and Biological Diversity. *Trends in Ecology & Evolution*, 2018. 33(1), P. 47–58.
2. Levin N., Lechner A. M. The role of remote sensing in disaster management: A review of current status and future prospects. *Remote Sensing of Environment*, 2019. 233.
3. Sudhakar S., et al. Ecological restoration for climate change adaptation: Review of current practice and future potential. *Environmental Research*, 2019.178.

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДОЙМ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

КОРЕНЄВ О. В., КУЛІКОВА Д. В.

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»
kulikova.d.v@ntu.one

Дніпропетровська область відноситься до одного з найбільш індустріально-розвиненого регіону України. Концентрація промислових потужностей на даній території перевищує в 2 рази середній рівень в Україні.

На території Дніпропетровської області розташовано більш, ніж 500 підприємств металургійної, металообробної, коксохімічної та інших галузей народного господарства. Потужна енергетична база стала основою для розвитку підприємств гірничо-металургійного комплексу. На території досліджуваного регіону розробляється більше ніж 300 родовищ корисних копалин, видобувається приблизно 50 % від загальнодержавного обсягу певних видів мінеральної сировини.

Але, слід зазначити, що підприємства більшості галузей народного господарства на території області створювалися в 30–70-х роках минулого століття, тому негативні екологічні наслідки їхньої діяльності не були враховані при будівництві. Ці та інші причини, в кінцевому рахунку, призвели до значного погіршення стану довкілля Дніпропетровщини.

В досліджуваному регіоні з розвинутою гірничодобувною промисловістю провідним фактором довкілля, що негативно впливає на стан здоров'я населення, є забруднення водних об'єктів, які є джерелами питного постачання.

У поверхневій водійми Дніпропетровської області здійснюють скид забруднених або недостатньо очищених стічних вод 59 підприємств. У відсотковому відношенні скид стічних вод у поверхневій водійми за галузями народного господарства наведено на рис. 1 [1].

Загальний об'єм стічних вод, що скидаються в поверхневій водійми Дніпропетровської області, в 2022 році становив 540,28 млн м³, причому кількість забруднюючих речовин за той самий період налічувала 497,037 тис. тонн [1].

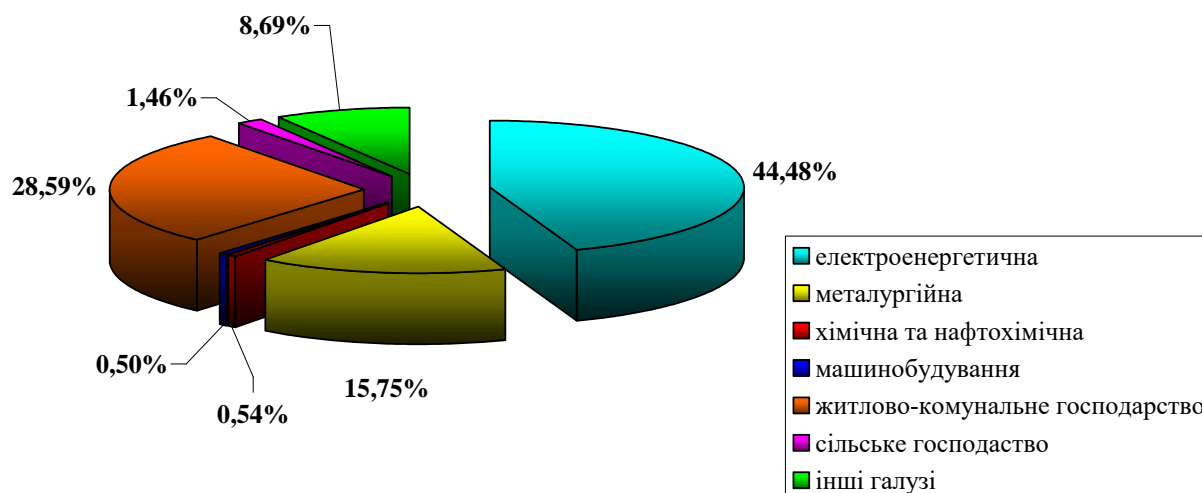


Рисунок 1 – Скид стічних вод у поверхневій водійми Дніпропетровської області за галузями народного господарства у відсотковому відношенні

Малі та середні річки є основними джерелами живлення великих річкових артерій, тому саме від них залежить ступінь забруднення великих річок та їхня самоочисна здатність.

Кратність перевищення нормативів якості води по забруднюючим речовинам в основних водотоках Дніпропетровської області наведено в табл. 1 [1].

Дані табл. 1 свідчать про те, що найбільш характерним забрудненням поверхневих водійми Дніпропетровської області є високий рівень мінералізації її вод (підвищений вміст сухого залишку).

Мінералізація в поверхневих водах збільшується за рахунок підвищення вмісту хлоридів і сульфатів. Подальше зростання мінералізації є особливо небезпечним через використання такої води для зрошення прилеглих сільськогосподарських угідь.

Вагомий внесок у підвищення вмісту хлоридів і сульфатів, а, відповідно, й сухого залишку в поверхневих водоймах Дніпропетровщини вносять скиди у величезній кількості шахтних і кар'єрних вод гірничодобувних підприємств з високим ступенем мінералізації. Скид таких стічних вод, зрештою, призводить до погіршення якості питної води в джерелах господарсько-питного водопостачання, що не може не вплинути на стан здоров'я населення.

Таблиця 1 – Кратність перевищенням нормативів якості води по забруднюючим речовинам в основних водотоках Дніпропетровської області

Назва водного об'єкту	Найменування забруднюючої речовини									
	магній	хлориди	сульфати	сухий залишок	натрій	кальцій	біхроматна окислюваність	БСК ₅	азот амонійний	нітри
р. Оріль, смт Царичанка	1,64	-	6,95	1,88	3,04	-	1,28	-	4,13	-
р. Самара, с. Коханівка	1,74	1,43	11,5	2,68	5,36	-	1,19	-	-	2,0
р. Самара, с. Кочережки	3,51	3,16	15,95	4,36	7,98	1,62	1,43	-	1,15	1,35
р. Самара, м. Новомосковськ	3,09	2,49	15,07	4,21	7,47	1,69	1,38	1,27	2,8	-
р. Самара, м. Павлоград	4,0	2,71	14,14	5,06	7,17	1,57	-	1,17	4,03	-
р. Мала Тернівка, с. Морозівське	2,12	1,19	8,23	2,32	2,62	1,66	-	-	3,69	1,7
р. Кочерга, м. Павлоград	1,23	1,15	2,41	1,32	2,33	-	1,44	-	6,08	2,55
р. Вовча, смт Васильківка	4,65	2,41	16,95	4,08	6,75	1,59	-	-	2,39	1,15
р. Вовча, м. Павлоград	3,58	2,23	14,54	3,56	5,99	1,51	1,06	-	2,95	-
р. Солона, с. Новопавлівка	4,3	1,59	21,0	4,32	7,47	1,53	1,05	-	6,1	1,35
р. Гайчур, с. Андріївка	4,45	2,78	14,9	3,93	5,92	1,96	1,26	1,09	1,26	-
р. Мала Терса, с. Троїцьке	3,86	1,73	15,6	3,63	5,68	1,37	1,34	-	2,49	-
р. Кільчень, с. Олександрівка Перша	2,24	1,16	7,26	2,52	4,8	-	1,22	1,12	3,15	1,75
р. Мокра Сура, смт Кринички	1,91	-	5,28	1,74	2,34	-	1,46	4,6	4,08	1,55
р. Мокра Сура, с. Новоолександрівка	1,8	-	7,3	1,83	3,1	-	1,36	1,72	4,87	4,85
р. Солона, смт Солоне	5,2	1,19	16,69	3,41	5,39	-	1,16	1,63	2,62	2,55
р. Саксагань, м. Кривий Ріг	2,01	-	3,35	1,19	1,77	-	1,02	-	2,21	1,15
р. Самоткань, м. Вільногірськ	1,66	-	5,81	1,67	2,6	-	1,06	1,01	3,1	1,1

Поверхневі водойми також характеризуються підвищеним рівнем забруднення завислими речовинами. Вони утворюються і надходять у воду в

процесі руйнування гірського масиву, при завантаженні та транспортуванні гірської маси, її зрошенні, при дренажі вод через вироблені простори тощо.

Високий вміст азоту амонійного, показників біхроматної окислюваності та БСК₅ вказує на забруднення органічними речовинами, які надходять у поверхневі водойми разом із недостатньо очищеними або неочищеними комунально-побутовими, сільськогосподарськими та промисловими стоками підприємств харчової промисловості та інших галузей народного господарства.

Дренажні води зрошувальних систем є додатковими джерелами забруднення водних об'єктів пестицидами, гербіцидами, мінеральними солями.

Підвищений вміст у воді небезпечних елементів (важкі метали та їхні сполуки) відбувається внаслідок безпосереднього скиду стічних вод у поверхневі водойми, змивання з територій промислових та урбанізованих ділянок, випадіння із забрудненої атмосфери, вилуговування кислотними опадами з відвалів на водозборі. В комплексі це призводить до збагачення вод великим спектром мікроелементів, багато з яких є токсичними для людини. Вміст токсичних металів у воді з подальшою акумуляцією в системах організму людини може бути причиною розвитку патології та підвищеної захворюваності населення.

Раціональне використання водних ресурсів малих і середніх річок – одна зі складних і актуальних проблем водного господарства. Тому ця проблема повинна вирішуватися комплексно, системно, з урахуванням взаємного впливу всіх чинників, процесів і компонентів географічної мережі, а також впливу господарської та інших видів діяльності з боку людини.

Література

1. Екологічний паспорт Дніпропетровської області за 2022 рік. Дніпро, 2023. 299 с.

ЕКОЛОГІЧНА СИТУАЦІЯ У М. КАМ'ЯНСЬКЕ У РОЗРІЗІ ПОВОДЖЕННЯ З ПРОМИСЛОВИМИ ВІДХОДАМИ

КРЕМІНЬ В. А., НЕПОШИВАЙЛЕНКО Н. О., МІХАЛКО І. В.

Дніпровський державний технічний університет

kremvok@ukr.net

Місто Кам'янське у складі Кам'янської міської територіальної громади є одним із найбільших індустріальних центрів Придніпров'я України,

розташоване на правому і лівому берегах річки Дніпро у середній течії нижче греблі Середньодніпровської ГЕС. Тут зосереджена «взаємодія» потенційно небезпечних виробництв (підприємства металургійної, хімічної, машинобудівної, гідроенергетики, енергетичної та ін.) з природним середовищем і населенням без урахування екологічних наслідків та шкоди для довкілля і здоров'я мешканців.

На території міста накопичено понад 3 млн тонн небезпечних промислових відходів, які десятиріччями складувалися безпосередньо поблизу р. Дніпро, посилюючи небезпеку її забруднення. Також місту в спадщину від радянських часів захилилась величезна кількість радіаційно забруднених територій. Усі ці відходи розташовані в основному на території підприємств, в накопичувачах, відвалах і представлені паливними шлаками та шламами коксохімічного та хімічного виробництв, хвостами збагачувальних підприємств, хімічними відходами промислових підприємств.

Одним з найбільш небезпечних об'єктів на території міста є шламонакопичувач в балці Ясиновій (рис. 1). Шламонакопичувач відкритого типу введений в експлуатацію в 1961 році та був призначений для складування золи теплосилового цеху при роботі котлів на твердому паливі. Протягом тривалого часу використовувався для розміщення шламу миш'яково-содової очистки коксового газу для виробництва аміаку, розчину змішаних солей газового цеху, шламу цеху твердого регенеруючого поглинача. За період експлуатації у шламонакопичувачі накоплено 668,5 тис.т відходів, з них 168,5 тис. т – зола ТЕЦ, 500 тис. т – шлам регенерації миш'яково-содового очищення. За останньою інформацією технічні характеристики шламонакопичувача наступні: площа водного дзеркала – 8 га; об'єм освітленої води – 190 тис. м³; об'єм шламів – 510 тис. м³.

На захід від шламонакопичувача розташований полігон для складування промислових відходів ПрАТ «ДніпроАзот». Полігон облаштований протифільтраційним екраном. При влаштуванні полігону була збудована гребля на західному боці ставка шламонакопичувача. В результаті експлуатації шламонакопичувача балки Ясинової відбувався постійний моніторинг греблі, яка утримувала усю небезпечну речовину.

Балка Ясинова впадає в протоку р. Коноплянка (басейн р. Дніпро), протяжність балки близько 2,3 км. Балка прорізає схил вододільної височини та правобережні тераси і далі відкривається в долину Дніпра.

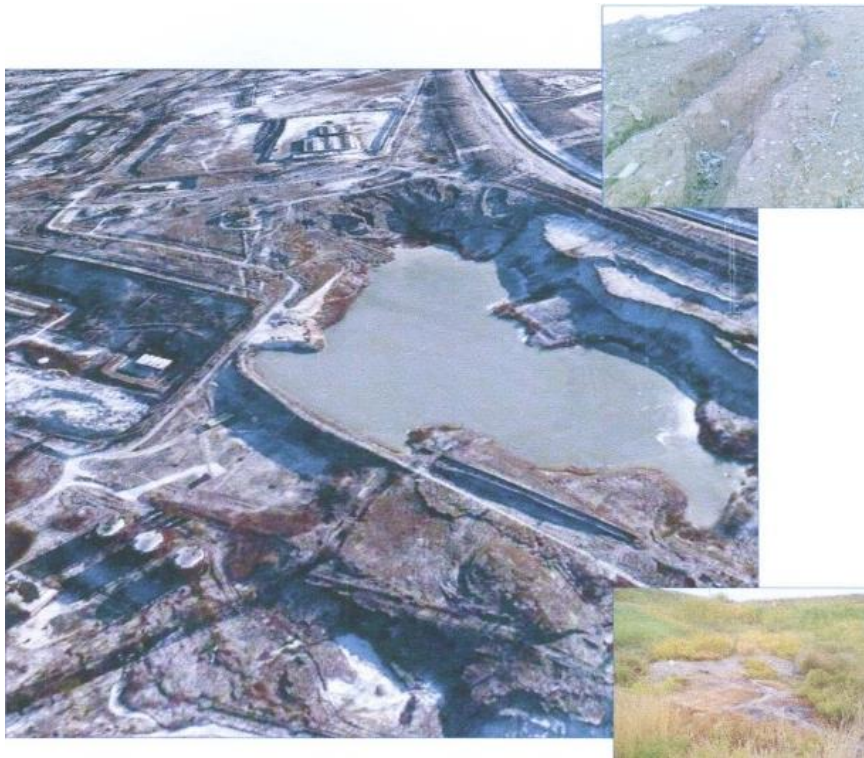


Рисунок 1 – Загальний вигляд шлямонакопичувача в балці Ясиновій м. Кам'янське

Створення шлямонакопичувача у б. Ясинова порушило природний режим підземних і поверхневих вод, при якому розвантаження підземних вод відбувається в балки, долини річок, яри. При створенні шлямонакопичувача в балці в результаті підпору відбувається процес зміни гідрогеологічних умов, що приводить до підтоплення території навколо шлямонакопичувача і фільтрації води з шлямонакопичувача у водоносні горизонти, що залягають нижче.

До будівництва шлямонакопичувача в балці Ясинова на лівому схилі балки в межах чаші просліджувався зсув. Такі ж явища відбувалися і з іншими, але набагато меншими зсувами по обох берегах чаші. В даний час просліджуються локальні зсувні явища крутих берегів шлямонакопичувача.

При недостатньому запасі стійкості схилу, зсуви ґрунту (навіть на локальних ділянках) можуть привести до порушення цілісності протифільтраційного екрану та системи відведення стоку, що призведе до попадання води в шар шламу, а звідти відбудеться виток та забруднення підземних вод. За рахунок атмосферних опадів та підземних вод у

шламонакопичувачі підвищується рівень води, яка є високомінералізованою, що теж може призвести до прориву греблі та забруднення території.

Наразі існує велика загроза потрапляння небезпечних речовин з «чаші» балки Ясинової до річки Дніпро та забруднення прилеглої території.

З метою недопущення виникнення надзвичайного екологічного лиха є велика необхідність проведення робіт по рекультивації шламонакопичувача у балці Ясинова м. Кам'янське. Зазначені роботи потребують проведення аналізу стану балки, хімічного складу води та радіаційного стану території.

Спираючись на результати проведених досліджень, запропоновано проведення спуску ставка шламонакопичувача шляхом скиду освітлених вод та відведенням поверхневих вод з водозбірної площі ділянки за межі шламонакопичувача. Ліквідація ставка шламонакопичувача змінить існуючий гідрологічний режим прилеглої території та наблизить його до природного. В результаті скиду ставка буде усунене джерело акумуляції поверхневого стоку та підпору горизонту ґрунтових вод. А також буде ліквідовано джерело хімічного забруднення підземних і поверхневих вод, джерело потенційної небезпеки техногенної аварії та поліпшений екологічний та санітарно-гігієнічний стан території в зоні дії шламонакопичувача та, зокрема, в межах житлової забудови на схилах б. Ясинова. Роботи з рекультивації шламонакопичувача призведуть до значного поліпшення екологічної ситуації.

ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ УРБАНІЗОВАНОГО СЕРЕДОВИЩА У ЗЕЛЕНІЙ ВІДБУДОВІ УКРАЇНИ

КРИВОМАЗ Т. І., ЦИБА А. М., ГАМОЦЬКИЙ Р. О., ІЛЬЧЕНКО І. С.
Київський національний університет будівництва та архітектури
ecol@i.ua

Україна та її міжнародні партнери вже почали формувати бачення повоєнного відновлення України шляхом активного діалогу. Створено ефективну координаційну платформу між Урядом України та його двосторонніми та багатосторонніми партнерами, організаціями та міжнародними фінансовими установами для підготовки та реалізації Плану відновлення та розвитку України. Міжнародних партнерів України об'єднує розуміння необхідності комплексного

плану відновлення, що передбачає стратегію розвитку держави у довгостроковій перспективі. Системний процес відбудови включає модернізацію держави, проведення євроінтеграційних реформ та підтримку розвитку економіки та суспільства. Серед принципів відбудови ключовими є безпека, технологічність, максимальне дотримання найвищих екологічних стандартів, широке застосування технологій захисту довкілля, безбар'єрність та прозорість.

Концепція зеленого відновлення включає відбудову на засадах сталого розвитку і базується на цілісному баченні розвитку суспільства, економіки та держави в цілому. Спираючись на стратегічне партнерство з ЄС, Україна вже зараз закладає основи майбутнього зеленого зростання. Принцип *build back better* (відбудова кращого, ніж було) передбачає використання передових та екологічних технологій при будівництві нових об'єктів та впровадження ключових принципів ЄС переходу до зеленої економіки [1]. Концепція зеленого відбудови України базується на цілісному баченні стійкого розвитку суспільства, економіки та держави, що відповідає ESG принципам – екологічним, соціальним та управлінським критеріям (Environmental, Social, Governance).

Технології захисту навколишнього середовища передбачають застосування ефективних методів проектування, будівництва та управління побудованим середовищем. Будівельна галузь поступово переходить від традиційних високозабруднюючих виробництв до низьковуглецевих технологій та засобів збереження довкілля. Методи технологій захисту навколишнього середовища передбачають вибір оптимальних природоохоронних заходів та рішень для забезпечення екологічної безпеки, проектування природоохоронних засобів та екологічно-безпечних технологічних процесів, аналіз, прогнозування та оцінку ризиків техногенного впливу на довкілля при здійсненні господарської діяльності. Технології захисту навколишнього середовища у будівництві поєднують сучасні технології з традиційними концепціями та спрямовані на вдосконалення конкретних ланок будівельного процесу. Застосування інноваційних технологій та традиційного дизайну сприяє захисту навколишнього середовища в процесі розробки проекту, запобіганню непотрібних втрат енергії та створенню комфортного та екологічно чистого середовища проживання для людей.

Енергетична безпека була і є провідним фактором національної безпеки України, враховуючи фактори енергонезалежності будівель та споруд а також їх майбутню експлуатацію під час відбудови України. Україна підтримає енергетичну безпеку Європи та перехід до низьковуглецевої економіки, тому

орієнтується на дотримання вимог та норм енергоефективності під час відбудови об'єктів інфраструктури і населених пунктів на всіх етапах відновлення. Під час здійснення післявоєнної відбудови або реконструкції об'єктів сектор будівництва повинен значно скоротити викиди парникових газів у будівлях. Рекомендовано запроваджувати енергоощадні технології і системи теплопостачання окремих будівель, комплексів, мікрорайонів та населених пунктів. Пропонується модернізувати та озеленити енергетичну політику, забезпечити справедливий перехід, модернізацію сектору водопостачання та водовідведення, скорочення енергоспоживання в будівлях та зелене містопланування [2].

Одним із стратегічних проєктів у сфері зеленої трансформації українських міст може стати модернізація житлового фонду, будівель та інфраструктури, а також нове будівництво житла із нульовим споживанням енергії, забезпечення енергопостачання та теплозабезпечення міст із малими викидами CO₂. Підготовка енергоаудиторів для проведення енергоаудиту та створення систем енергоменеджменту у містах сприятиме ефективному використанню енергетичних ресурсів та організації заходів з енергоефективності. Це дозволить скорочувати енергоємність економіки та негативний вплив на клімат шляхом скорочення викидів CO₂ та заощаджувати на витратах на комунальні послуги за рахунок зменшення втрат тепла у будівлях [1].

Під час відбудови країни застосовуватимуть усі найкращі світові практики розвитку міст з урахуванням потреб енергоефективності, безпеки та інклюзивності. Будівництво нової соціальної інфраструктури у відповідності з високими стандартами енергоефективності і безбар'єрності для розбудови спроможної мережі соціальної інфраструктури. Модернізація інфраструктури необхідна для досягнення високих стандартів безбар'єрності як мінімум для 1,5 мільйонів людей. В процесі відбудови та реабілітації постраждалих внаслідок війни Україні доведеться вирішувати безпрецедентні виклики. Адаптуючи кращий міжнародний досвід архітектурної інклюзивності, Україна може стати взірцем безбар'єрності після відбудови та реконструкції міст. При створенні інклюзивної інфраструктури слід тісно співпрацювати з місцевими громадами, оскільки в залежності від регіону вирізнятиметься ступінь руйнування інфраструктури та кількість людей з обмеженою мобільністю. У розумному місті інтерактивна доступна інфраструктура створює інклюзивне середовище для реалізації громадських, культурних, політичних, соціальних та економічних прав і обов'язків населення нашої країни. Безбар'єрність для людей з обмеженою

мобільністю в приватних і громадських будівлях зробить наші міста розумнішими та інклюзивнішими і допоможе поліпшити якість життя для всіх людей, особливо для ветеранів. Це допоможе громадянам України, постраждалим внаслідок війни, адаптуватись до життя, знизити посттравматичний синдром, підвищити якість життя.

Повоєнне відновлення України матиме значний вплив на розвиток країни у середньо- та довгостроковій перспективах. Засади, на яких зорієнтовано відновлення, визначають напрямки розвитку нашої країни на багато років. Концепція зеленого відновлення відповідає євроінтеграційним прагненням України і повністю узгоджується з Європейським зеленим курсом та ринками ЄС. Цілісне бачення розвитку суспільства, економіки та держави в цілому представляє Україну як частина глобальної кліматично нейтральної економіки. Саме тому необхідно забезпечити зелене зростання України та реалізацію пріоритетних стратегічних ініціатив у цій сфері, включаючи поетапне відновлення довкілля від наслідків воєнних дій та інші стратегічні проекти чи програми.

Література

1. Зелене повоєнне відновлення України: візія та моделі. Аналітична записка / Львів : ГО «Ресурсно-аналітичний центр “Суспільство і довкілля”», 2022. 32 с.
2. Комюніке COM(2022) 233 «Ukraine Relief and Reconstruction» від 18 травня 2022 р. URL:<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52022DC0233>. (дата звернення: 12.10.2022).

МОДНЕ СМІТТЯ. СОЦІО-ЕКОНОМІКО ЕКОЛОГІЧНИЙ ВИВОРИТ ТЕКСТИЛЬНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

КРЮЧКОВА В. В.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
kruchkova2680@gmail.com

У даній роботі розглядаються сучасні соціально-економічні та екологічні аспекти модної індустрії, а саме: питання ролі предметів одягу у житті суспільства; надмірне споживання, як результат дієвих маркетингових стратегій; зростання попиту на речі категорії «fast fashion»; недостатня кількість уваги до варварських методів виробництва дешевих речей; аспекти впливу галузі на навколишнє середовище.

Індустрію моди дуже люблять за її креативність, стиль і здатність як культурного і соціального барометра відображати зміни в світі через мінливі силуети одягу і тенденції. За це ми поклоняємося їй. Проте, індустрія моди є однією з найбільш забруднюючих галузей у світі, що завдає серйозної шкоди не тільки навколишньому середовищу, а й окремим частинам планети, і цілим народам.

Коли час літніх відпусток та канікул змінюється осінню та першою прохолодою, у житті кожного з нас настає новий етап, що може супроводжуватися різноманітними змінами. Кожен з нас, ще від початку шкільних часів, у вересні звик налаштовуватися на амбітний лад, ставити нові цілі, а водночас оновлювати гардероб. Власне перший місяць осені є своєрідним початком нового року в офіційному модному календарі.

Мода вже давно не уособлює у собі «haute couture» («висока мода»), вона перейшла у народ і стала об'єктом комерційної діяльності, де була залучена до процесу ринкового господарювання. Відтак, світова спільнота, навіть переживаючи роки економічної нестабільності, епідемій та війн, не відмовляє собі у бажанні освіжити гардероб новими речами. У зв'язку із всеосяжним захопленням модою, зміною смаків і вподобань споживачів, експансією виробничої діяльності суб'єктів індустрії моди майже на всі країни світу та стрімким нарощуванням виробництва різноманітних видів вбрання почала зростати на різний смак та бюджет. Так утворилося явище, що має назву «Fast fashion» (швидка мода). Це термін, який використовується модними ритейлерами для позначення швидкого оновлення асортименту марки кілька разів на сезон, протистоїть ідеї стійкою моди.

Одяг класу швидкої моди заснований на останніх модних тенденціях, які щорічно видаються на весняних та осінніх тижнях моди. Акцент робиться на оптимізації певних елементів ланцюга поставок для того, щоб ці тенденції розроблялися і виготовлялися швидко і недорого, що дозволяє цільовому споживачеві купити останні модні елементи одягу за нижчою ціною. Ця філософія швидкого виготовлення за доступною ціною використовується в великих роздрібних торгових мережах.

Головний фактор, який сприяє розвитку бізнес-моделі швидкої моди – синтетичні волокна, одержувані з нафтогазової сировини. З початку 2000-х років виробництво модного одягу збільшилася вдвічі разом з використанням поліестеру, який тепер є більш ніж в половині всієї текстильної продукції. На синтетичні волокна доводиться 69 % всіх матеріалів, використовуваних в текстильних виробках, а до початку наступного десятиріччя ця частка, як очікується, досягне 75 %.

Зворотною стороною швидкої моди є те, що дешевий одяг не носить довго: в середньому виробни індустрії надягають сім–вісім разів, а потім викидаються, потрапляючи на звалища, сміттєспалювальні заводи або просто в навколишнє середовище. Приблизно 87 % загального обсягу волокна викидається на смітник або спалюється після першого використання, що еквівалентно вартості понад сотням мільярдів доларів.

Окрім надмірної кількості первинних та вторинних відходів, текстильне виробництво є доволі серйозним джерелом забруднення навколишнього середовища через високі викиди парникових газів, забруднення повітряного басейну, а також прісних вод.

У 2020 році викиди парникових газів від текстильного виробництва склали 1,2 мільярда тон CO₂ [1]. Викиди парникових газів відбуваються протягом усього життєвого циклу текстильних виробів, від видобутку сировини до виробництва, транспортування, використання та утилізації. Вуглецевий слід однієї футболки оцінюється приблизно в 15 кг. Це означає, що вуглецевий слід футболки приблизно в 20 разів перевищує її власну вагу [2].

Виробництво текстильної продукції супроводжується витратами колосальних об'ємів води. Використання цього ресурсу в основному пов'язане з вирощуванням волокнистих культур, здебільшого бавовни. Часто вирощування та переробка бавовни відбувається у регіонах з дефіцитом води. У таких випадках сільськогосподарський бізнес змушений конкурувати з потребами в життєзабезпеченні потреб людей та санітарії, оскільки приблизний водний слід 1 кг бавовни становить трохи більше 10 000 літрів.

До масштабного впливу текстильної промисловості на водні ресурси слід віднести також синтетичні хімікати, що використовуються у всьому світі для перетворення сировини в текстиль, а згодом надходять в прісноводні системи. Промислові хімікати, такі як азотні барвники, кислоти та луги, поверхнево активні речовини та інші можуть бути токсичними для водного середовища, оскільки можуть накопичуватися в відкладеннях або у водному середовищі, і потім можуть проходити через харчовий ланцюг, в тому числі і харчовий ланцюжок людей.

Світова спільнота, останнім часом, звертає багато уваги питанню порушенню умов праці на текстильних підприємствах відомих масмаркет брендів, що здебільшого знаходяться у країнах третього світу. Де найманий персонал, у тому числі діти, піддається впливу багатьох шкідливих виробничих факторів, сеоєд яких: освітлення, електроустановки та електросилове обладнання, пил, рівень шуму. Окрім того, працівники вимушені працювати понаднормово, в той

час коли їх оплата праці значно нижча, а ніж на відповідних підприємствах в країнах ЄС або США.

Для успішного вирішення цих та інших проблем необхідно впроваджувати екологічно адаптовані технології; замкнуті технологічні цикли і маловідходні процеси; проводити вдосконалення технологічних процесів і розробляти нове обладнання з меншим рівнем викидів; відмовлятися або замінити токсичні і біологічно нерозщеплювані речовини нетоксичними та біологічно розщеплюваними. Окрім того, слід звертати увагу на необхідність впровадження просвітницьких програм стійкого розвитку, що допоможе зробити пересічних споживачів більш обізнаними в питаннях існуючих проблем індустрії.

Література

1. Пахолюк О., Передрій О. Вплив виробництва та споживання текстилю на навколишнє середовище. Актуальні проблеми хімії, матеріалознавства та екології: матеріали III Міжнародної наукової конференції (Луцьк, 1–3 червня 2023 року). Луцьк, 2023. С.148–149.
2. Текстиль та навколишнє середовище в циркулярній економіці. Маншовен С. та ін., Бельгія: Європейське агентство з навколишнього середовища. 2019р.

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ВИКИДІВ ДРІБНОДИСПЕРСНИХ ЧАСТОК ПІДПРИЄМСТВОМ «УКРАЇНСЬКА ЧАЙНА ФАБРИКА “АХМАД ТІ”» ДЛЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА

МЕЛЬНИК С. В., ЮРЧЕНКО В. О.

*Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова
sergey.melnik19977@gmail.com*

Найпоширенішими в Україні та в світі забруднювачами атмосферного повітря є речовини у вигляді суспендованих твердих частинок. Викиди шкідливих речовин в атмосферу залежать від обсягів виробництва еколого небезпечних галузей промисловості, застосованих технологій та інших чинників. Великий вплив має виконання природоохоронних заходів, оновлення зношеного устаткування, впровадження нових технологій та повідречисного обладнання.

Серед техногенного навантаження, створюваного промисловими підприємствами на атмосферне повітря, привертають особливу увагу викиди суспендованих твердих часток, в тому числі дрібнодисперсних – СТЧ з розміром до 10 мкм та до 2,5 мкм (за термінологією ЄС – PM_{10} та $PM_{2,5}$ відповідно). Такі

дрібнодисперсні частки є патогенами, алергенами та потенційним опосередкованим джерелом парникових газів. Вони адсорбують з атмосферного повітря шкідливі речовини й погіршують екологічний стан в локальному й глобальному масштабах. Частки пилу з розмірами менш 1 мкм не затримуються у верхніх дихальних шляхах, накопичуються в легенях і перешкоджають газовому обміну організму із зовнішнім середовищем. Коли людина часто вдихає їх, то не всі частки виходять з організму, багато з них осідають у судинах, і згодом це призводить до серйозних гострих та хронічних захворювань [1, 2].

Найбільшими джерелами викидів суспендованих твердих частинок в атмосферне повітря є металургійні та вугільні підприємства. Не останнє місце за викидами частинок PM_{10} та $PM_{2,5}$ в атмосферне повітря займають харчові підприємства. Екологічна небезпека значної кількості харчових підприємств посилюється їх розташуванням серед житлової забудови міста.

Вирішення екологічних проблем, спричинених викидами СТЧ, в Україні гальмується недосконалістю нормативної бази. Відповідно до плану дій з імплементації Директиви 2008/50/ЄС Європейського Парламенту та Ради про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи нормування має проводитись для твердих частинок з розміром 10 мкм та менше (PM_{10}) та твердих частинок з розміром 2,5 мкм та менше ($PM_{2,5}$).

Чайне виробництво є однією з прогресуючих галузей харчової промисловості. Україна є інтенсивним споживачем чаю, але не виробляючою чай країною. В Україні відбувається лише фасування чайної продукції. Проте саме ця ділянка виробництва чайної продукції створює найбільшу небезпеку для атмосферного повітря викидами чайного пилу. В цих викидає можуть бути присутніми й дрібнодисперсні частки ($PM_{2,5}$ та PM_{10}) органічного походження. Проте контроль і облік викидів PM_{10} та $PM_{2,5}$, як найнебезпечнішої фракції СТЧ, не здійснюється, розсіювання і концентрації цих часток на кордоні СЗЗ не контролюються та і загалом екологічна проблеми, створювані цими частками, та методи інтенсифікації їх уловлювання очисним обладнанням залишаються недостатньо вивченими.

Метою роботи є оцінка рівня екологічної небезпеки викидів дрібнодисперсних часток PM_{10} та $PM_{2,5}$ українською чайною фабрикою «АХМАД ТІ» в атмосферне повітря.

Об'єкт дослідження – забруднення атмосферного повітря викидами дрібнодисперсних часток PM_{10} та $PM_{2,5}$ підприємством «Українська чайна фабрика Ахмад Ті» (м. Харків) на кордоні санітарно-захисної зони (СЗЗ). Метод дослідження – пряме вимірювання концентрації частинок $PM_{2,5}$ та PM_{10} за допомогою

високоточного приладу VSON Agris WP6910, оснащеного камерою лазерного виявлення частинок з розміром $PM_{2,5}$ та PM_{10} . В камеру за допомогою вбудованого вентилятора подається запилене повітря, через яку проходить лазерний промінь, світло розсіюється за рахунок присутності в повітряному потоці твердих частинок і надходить на світло-детектор, який подає сигнал в високоточний фільтр-підсилювач, дані про концентрацію пилу в повітрі виводяться на дисплей. Вимірювання концентрації $PM_{2,5}$ та PM_{10} , недиференційованих за складом, проводили у 5 точках в осінній період на висоті 1,5 м від поверхні землі на межі СЗЗ підприємства чайна фабрика «АНМАД ТЕА».

В табл. 1 наведені результати вимірів, виконаних в точках дослідження. Оскільки в Україні нормативи на вміст диференційованих за дисперсним складом дрібнодисперсних часток в атмосферному повітрі відсутні, одержані дані порівнювали з нормуванням цього виду забруднень в закордонних документах (США, ВООЗ, ЄС, Китай).

Таблиця 1 – Концентрація дрібнодисперсних частинок в атмосферному повітрі на кордоні СЗЗ

Найменування організації або країни	Гранично допустима концентрація, мкг/м ³		Номер точки дослідження	Концентрація мкг/м ³	
	PM_{10}	$PM_{2,5}$		PM_{10}	$PM_{2,5}$
	С _{с.д.}	С _{с.д.}		1	0,30
ЄС [3]	50	-	2	0,39	0,35
ВООЗ [4]	50	25	3	0,33	0,30
США [5]	150	35	4	0,31	0,34
Китай [6]	150	75	5	0,33	0,30

Примітка. С_{с.д.} – середньодобова концентрація

Як видно з даних табл. 1, проведені за допомогою VSON Agris WP6910 вимірювання концентрації дрібнодисперсних часточок ($PM_{2,5}$ і PM_{10}) в атмосферному повітрі на кордоні СЗЗ української чайної фабрики «Ахмад Ті» показали, що вони на 1–3 порядки нижче допустимих. Це свідчить про надійний рівень екологічної безпеки атмосферного повітря за досліджуваним забрудненням в зоні впливу підприємства.

На підприємстві «Українська Чайна Фабрика «Ахмад Ті» для очищення викидів використовують аспіраційні установки Donaldson різних модифікацій, які відрізняються об'ємними витратами (2 975 і 5 000 тис. куб.м/год), ступенем очищення (99,97 і 99,99 %), та швидкістю газопилового потоку в установці (10,5 і 13,5 м/с). Як показали результати власних експериментальних досліджень, ці

повітря очисні споруди забезпечили надійний захист атмосфери м. Харкова від забруднення високо небезпечними поллютантами.

Література

1. Що таке дрібнодисперсні частки? Веб сайт URL: <https://ecocentr.com.ua/2018/07/23/дрібнодисперсні-зважені-частки-у-пов/>
2. Particulate Matter (PM) Pollution / United States Environmental Protection Agency. 2017. Access mode: веб сайт. URL: <https://www.epa.gov/pm-pollution/health-and-environmental-effects-particulate-matter-pm> (last access: 10.10.2023) – Title from the screen.
3. Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe / European Parliament and the Council. 2017. Access mode: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32008L0050#ntr1-L_2008152EN.01001401-E0001 (last access: 10.10.2023) – Title from the screen.
4. Ambient air pollution: a global assessment of exposure and burden of disease / WHO Library Cataloguing-in-Publication Data. – Switzerland, Geneva : WHO Document Production Services, 2016. 121 p.
5. EPA-452/R-12-005 Regulatory Impact Analysis for the Final Revisions to the National Ambient Air Quality Standards for Particulate Matter / U.S. Environmental Protection Agency Office of Air Quality Planning and Standards Health and Environmental Impacts Division Research Triangle Park, 2012. 474 p.
6. National standards of People's Republic of China : Ambient air quality standards / State Administration of Quality Supervision. China ESP, 2012. 12 p.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ОЦІНКА ТА ПОТЕНЦІЙНОГО РИЗИКУ НАСЕЛЕННЯ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

МИКИТИН Н. Д.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
pazar.tykytyn-ekom222@nung.edu.ua

Забруднення атмосферного повітря один із найпоширеніших антропогенних чинників забруднення. Суть його полягає у викидах твердих частинок, різних хімікатів та біологічних матеріалів у атмосферу. Ефект цього впливу може проявлятися у момент коли викид потрапив у повітря і людина його вдихнула так і проявитися з часом наприклад руйнуючи озоновий шар, впливаючи таким чином на більшість земних екосистем.

Саме тому основною метою та завданням роботи є визначення забруднення, його графічне зображення на карті для визначення території яка знаходиться у зоні ризику, та розрахунок цього самого ризику.

Провести оцінювання якості атмосферного повітря за показниками PM2.5, PM10 та AQI та їх графічне моделювання, з розрахунком впливу на ризики виникнення хронічних респіраторних захворювань у населення.

Методика дослідження полягає у визначенні індекса якості повітря AQI та твердих частинок PM 10 та PM 2.5, нанесення на карту ізоліній заруднення та оцінці потенційного ризику на здоров'я населення при хронічному впливі цих параметрів на атмосферу.

Користуючись ресурсами моніторингу Saveecobot та Aqicn.org було зібрано дані оцінки індексу AQI, PM10 та PM 2.5 протягом тижня (березень 2023 року). Бралися середні показники протягом дня (табл. 1).

Таблиця 1 – Показники AQI, PM10 та PM 2,5

№ станції	PM2.5, мкг/м ³	PM10, мкг/м ³	AQI
1	40,8	63,0	59
2	45,0	65,3	60
3	22,6	37,8	27
4	19,0	36,2	29
5	29,2	41,6	44
6	29,6	40,2	36
7	36,6	42,4	42
8	38,2	47,4	47
9	29,2	30,2	31
10	19,0	24,0	19
11	20,2	16,2	18
Середнє значення	29,9	40,4	37,6

За допомогою програми Surfer[©] розроблялися картограми оцінки поширення кожного показників якості повітря та узагальнену карту показників (рис. 1).

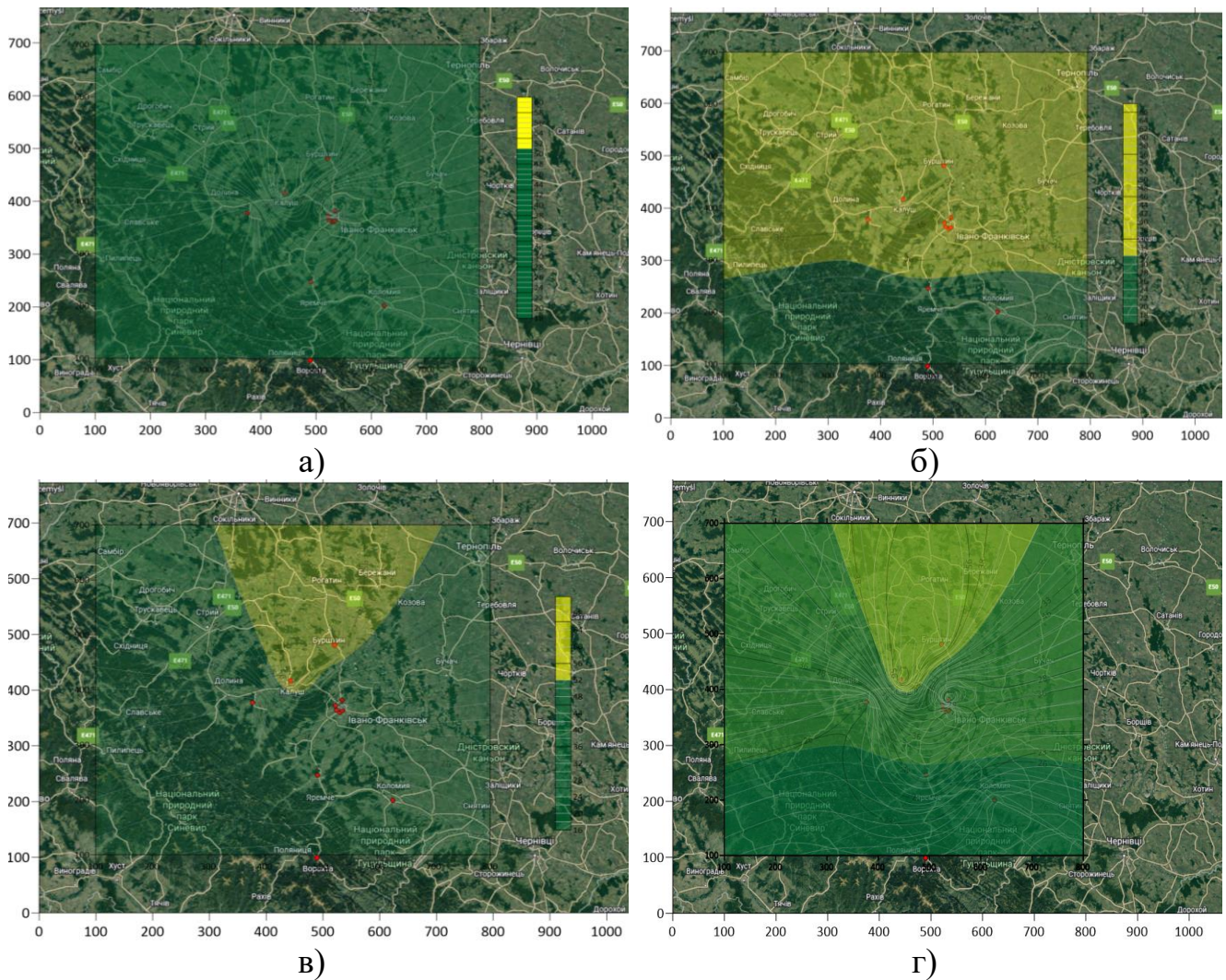


Рисунок 1 – Картограма оцінки якості атмосферного повітря:
 а) PM2.5; б) PM10; в) AQI; г) комплексне накладання

В подальшому оцінювався потенційний ризик здоров'ю населення при впливі забруднення атмосферного повітря. Ймовірність розвитку неспецифічних токсичних ефектів при хронічній інтоксикації в заданих умовах визначається за формулою 1:

$$Risk = 1 - \exp \left(\ln(0,84) \times \frac{\left(\frac{C}{ГДК_{сд}} \right)^b}{K_3} \right), \quad (1)$$

де C – концентрація речовини, що робить вплив за заданий період часу; $ГДК_{сд}$ – середньодобова гранично допустима концентрація; K_3 – коефіцієнт запасу; b – коефіцієнт, що дозволяє оцінювати ізоефективні ефекти домішок різних класів небезпеки.

Визначимо імовірнісний ризик розвитку хронічних неспецифічних ефектів за формулою (1) при середній концентрації PM_{2.5} в повітрі 29,9 мкг/м³=0,0299 мг/м³. Тверді часточки PM_{2,5} відноситься до третього класу небезпеки, $ГДК_{cd} = 0,15$ мг/м³.

Таким чином після проведених розрахунків згідно формули 1 отримуємо результат, що при постійному впливі атмосферного повітря, забрудненого твердими частинками PM_{2.5} в концентрації 0,0299 мг/м³ у 5 чоловік з 1000, що постійно проживають на досліджуваній території протягом свого життя, можуть проявитися гострі респіраторні захворювання.

Визначимо імовірнісний ризик розвитку хронічних неспецифічних ефектів за формулою 1 при середній концентрації PM₁₀ в повітрі 40 мкг/м³ = 0,040 мг/м³. Тверді часточки PM₁₀ відноситься до третього класу небезпеки, $ГДК_{cd} = 0,15$ мг/м³

Таким чином після проведених розрахунків згідно формули 1 отримуємо результат, що при постійному впливі атмосферного повітря забрудненого твердими частинками PM₁₀ концентрації 0,040 мг/м³ у 6 чоловік з 1000, що постійно проживають на досліджуваній території протягом свого життя, можуть проявитися гострі респіраторні захворювання.

Імовірнісний ризик розвитку хронічних неспецифічних ефектів при усередненому індексі якості повітря AQI 37,6 є мінімальним згідно наказу «Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць». Якість повітря вважається задовільною, а забруднення повітря у межах норми.

Підсумовуючи результати досліджень індексу якості повітря можна констатувати, що вплив є мінімальним, та можуть викликати незначний дискомфорт при диханні у чутливих людей.

Стосовно ризиків середній показник склав 5,5 чоловік з 1000 осіб, що постійно проживають на досліджуваній території протягом свого життя, можуть проявитися гострі респіраторні захворювання. Цей показник є низьким і можна стверджувати, що ризик є мінімальними.

Література

1. World Health Organization Health effects of particulate matter. 2013. P. 3–20. URL: https://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0006/189051/Health-effects-of-particulate-matter-final-Eng.pdf. (дата звернення 12.10.202)

ОБ'ЄКТИ, ЩО СТАНОВЛЯТЬ ЕКОЛОГІЧНУ НЕБЕЗПЕКУ В ЗАПОРІЗЬКІЙ ОБЛАСТІ

МІРОШНИЧЕНКО О. М., КЛЕЄВСЬКА В. Л.

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського

«Харківський авіаційний інститут»

emirosnicenko147@gmail.com

Запорізька область входить до першої десятки регіонів України, що складають основу її індустріального, а також аграрного потенціалу. Область займає одне з провідних місць в нашій державі за різноманітністю та багатством мінерально-сировинних ресурсів. Там видобувають руди марганцю, руди заліза, гірничо-хімічними корисними копалинами та нерудними корисними копалинами. В Запорізькій області розташовані підприємства з виробництва сталі та чавуну, гелікоптерів та авіаційних двигунів, кранів та кранового обладнання, трансформаторів, графітованих електродів, титанової губки, вогнетривких виробів, феросплавів, коксу, хімічної продукції. Також регіон має потужний енергетичний комплекс, до складу якого входять атомна, теплова та гідроелектричні станції. Внаслідок цього Запорізька область посідає третє місце в Україні серед найбільш забруднених регіонів після Донецької та Дніпропетровської областей.

Найбільш небезпечними для довкілля є підприємства гірничодобувної та металургійної промисловості, що завдають великої шкоди повітряному басейну, водним об'єктам, земельним ресурсам (шляхом утворення кар'єрів) та спричинюють значне теплове забруднення навколишнього середовища.

За статистичними даними у 2021 році стаціонарними джерелами у Запорізькій області було викинуто у атмосферне повітря 148 тис. тонн забруднювальних речовин [1]. Викиди складаються з діоксиду та інших сполук сірки (40 %), оксидів азоту (16 %), оксиду вуглецю (35 %) і речовин у вигляді суспендованих твердих частинок.

В забруднення атмосферного повітря Запорізької області найбільш вагомий внесок здійснюють енергетичне підприємство ВП Запорізька ТЕС АТ «ДТЕК ДНІПРОЕНЕРГО» (76,472 тис. тонн) та промислові підприємства: ПрАТ «Дніпроспецсталь», АТ «Запорізький завод феросплавів» (6,083 тис. тонн), ПАТ «Запоріжсталь» (50,677 тис. тонн), ПрАТ «Запорізький абразивний комбінат»

(2,815 тис. тонн), ПрАТ «Запоріжжкокс» (1,487 тис. тонн), ТОВ «Запорізький титаново-магнієвий комбінат» (0,515 тис. тонн), ПрАТ «Запоріжвогнетрив», ПрАТ «Запорізький завод зварювальний флюсів та скловиробів» та інші; викиди яких становлять приблизно 90 % від загального валового обсягу викидів забруднювальних речовин. 87,5 % викидів забруднювальних речовин від стаціонарних джерел – це викиди Запорізької ТЕС та ПАТ «Запоріжсталь».

Більшість підприємств Запоріжжя розташовані на промисловому майданчику в північно-східній частині міста. Досить часто над Запоріжжям спостерігається димка смогу жовто-сірого кольору, сформована викидами промислових підприємств, зосереджених на порівняно невеликій території. Вказаному сприяють особливості рельєфу місцевості, яка являє собою хвилясту рівнину з ярусно-балочною мережею, що погіршує провітрювання території, а також умови розсіювання пило газових викидів.

За статистичними даними у мешканців Запорізької області реєструються патології дихальної системи, гіпертонічна хвороба, злоякісні новоутворення, ексудативний діатез, алергічні дерматити, гострі респіраторні захворювання з астматичним компонентом, бронхіальна астма, набряк Квінке. У дітей спостерігаються змінений імунний статус, знижений вміст імуноглобуліну та інші відхилення у стані здоров'я.

Основними забруднювачами водних ресурсів в Запорізькій області є підприємства металургійної промисловості та житлово-комунального господарства: ПАТ «Запоріжсталь», ТОВ «Запорізький титаново-магнієвий комбінат», КП «Бердянськводоканал», Таврійський ЕЦВВ КП «Облводоканал», Василевський ЕЦВВ КП «Облводоканал», КП «Водоканал» Мелітопольської міської ради, ГКП ВКГ «Міськводоканал» м. Пологи. Підприємствами житлово-комунального господарства у 2021 році було відведено у водні об'єкти 6,474 млн м³ недостатньо очищених зворотних вод.

У 2021 році ТОВ «Запорізький титаново-магнієвий комбінат» до водних об'єктів було відведено 0,752 млн м³ зворотних вод, 0,512 млн м³ з яких є недостатньо очищеними.

ПАТ «Запоріжсталь» для забезпечення виробничих потреб здійснює забір води з річки Дніпро, обсяг якого у 2021 році склав 80,818 млн м³ (з них 74,206 млн м³ – технічної якості, 6,597 млн м³ – питної якості). Відведення зворотних вод цим підприємством також здійснюється у р. Дніпро по шести випусках відповідно до дозволу на спеціальне водокористування та

встановлених нормативів ГДС речовин, які надходять із зворотними водами у водні об'єкти. У 2021 році ПАТ «Запоріжсталь» було відведено 53793 млн м³ зворотних вод, з них нормативно чистих без очистки – 3,944 млн м³, нормативно очищених – 49,849 млн м³. З метою раціонального використання водних ресурсів на металургійному комбінаті експлуатуються системи оборотного та повторного водопостачання з обсягами 552,379 млн м³/рік та 4,835 млн м³/рік відповідно .

Від мереж ПАТ «Запоріжсталь» також здійснюється водопостачання для виробничих потреб інших підприємств: ПрАТ «Електрометалургійний завод «Дніпроспецсталь», АТ «Запорізький виробничий алюмінієвий комбінат», ТОВ «Запорізький титаново-магнієвий комбінат», АТ «Запорізький завод феросплавів», ПрАТ «Укрграфіт». Підприємство «Дніпроспецсталь» проводить скидання виробничих стічних вод в р. Дніпро через комплекс позамайданчикового шламовидалення ПАТ «Запоріжсталь» [2].

Підприємства металургії, енергетики та транспорт здійснюють також значний вплив на стан земельних ресурсів Запорізької області. Також забруднення ґрунтів відбувається в місцях розташування звалищ промислових та побутових відходів.

Загальна кількість відходів, утворених на основних підприємствах забруднювачах Запорізької області протягом 2021 року, становить 3493,976 тис. тонн, з них: передано для утилізації – 50,301 тис. тонн; передано для видалення – 4,480 тис. тонн; видалено – 1350,576 тис. тонн; утилізовано – 2087,005 тис. тонн.

Утворення відходів на основних підприємствах-забруднювачах у 2021 році склало: ПАТ «Запоріжсталь» – 3344,611 тис. тонн, АТ «Запорізький завод феросплавів» – 98,632 тис. тонн, ПрАТ «Запоріжжкокс» – 22,876 тис. тонн, ТОВ «Запорізький титаново-магнієвий комбінат» – 18,22 тис. тонн, ПрАТ «Запорізький абразивний комбінат» – 6,218 тис. тонн, ПрАТ «Запоріжсклофлюс» – 3,418 тис. тонн.

Також в Запорізькій області функціонує ВП «Запорізька АЕС» ДП НАЕК «Енергоатом» – найбільший енергетичний об'єкт в Україні та в Європі зі встановленою потужністю 6000 МВт. На Запорізькій АЕС експлуатується 6 енергоблоків потужністю 1 млн кВт кожний. На електростанції автоматизована система контролю радіаційної обстановки АСКРО ЗАЕС, призначена для автоматичного моніторингу радіаційної обстановки в 30-км зоні навколо станції та в районі промислового майданчика АЕС.

В Запорізькій області розташована велика кількість промислових та енергетичних підприємств, що становлять небезпеку для населення та природних об'єктів. Саме тому здійснення заходів щодо зменшення негативних впливів на довкілля та постійного моніторингу стану навколишнього природного середовища є важливими кроками з підвищення рівня екологічної безпеки в регіоні.

Література

1. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Запорізької області у 2021 році. URL: <https://mepr.gov.ua/regionalni-dopovidi-pro-stan-navkolishnogo-prirodnogo-seredovishha-u-2021-rotsi/>. (дата звернення 12.10.2023)
2. Мірошніченко, О. Вплив на навколишнє природне середовище ПАТ «Запоріжсталь» / О. Мірошніченко, В. Клеєвська, В. Кручина // Actual scientific research in the modern world. – Переяслав, 2023. Вип. 5 (97), ч. 1. – С 27 – 31.

ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН РІЧОК В УРБАНІЗОВАНОМУ ДОВКІЛЛІ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ (БАСЕЙН ВЕРХНЬОЇ ТИСИ) ТА ШЛЯХИ ЙОГО ПОЛІПШЕННЯ

ТИХОМИРОВА Т. С., МІСИК Я. Т.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

tetiana.tykhomyrova@khp.edu.ua, Yaryna.Misyk@mit.khpi.edu.ua

Річки мають значний вплив на життєдіяльність людей в урбаністичних системах. Вони є важливими індикаторами стану чистоти навколишнього середовища. Річки впливають на урбаністичний ландшафт не лише механічно, але й хімічно.

Річки Закарпатської області належать до басейну верхньої течії річки Тиса [4], притоки Дунаю. Тут переважає сільське населення (61 %). Майже половина міського населення зосереджено у 2 містах – Ужгород та Мукачево. Всі урбанізовані території розташовані в долинах рік.

На Закарпатті річки є головними джерелами забезпечення водою населення, промисловості і сільського господарства. Формування хімічного складу річкових вод визначається природними факторами, але збагачення їх

небажаними компонентами (нітрати, нітрити, амоній, фосфати, важкі метали, нафтопродукти, тощо) зумовлене антропогенними забрудненнями.

Державним агентством водних ресурсів України в 2020, 2021 роках на Закарпатті були внесені 11 підприємств, що здійснюють скиди зворотні води у поверхневі водні об'єкти у річковому басейні Верхньої Тиси [2].

Основними джерелами забруднення поверхневих водотоків є комунальні очисні споруди населених пунктів та очисні споруди санаторно-лікувальних закладів, які приймають на очистку господарсько-побутові стічні води та стічні води близькі по якості до них [1].

У травні-жовтні 2021 року, з метою оцінки впливу основних джерел забруднення на стан водних об'єктів у рамках проекту «Екологічна оцінка басейну Верхньої Тиси з метою розбудови мережі моніторингу та розробки Плану дій щодо захисту природних цінностей» було проведено 6 відборів проб води річки Тиса та її приток. Було визначено 24 місця для проведення відборів проб води Державною екологічною інспекцією у Закарпатській області (18 – р. Тиса та 6 – притоки).

В кожній пробі поверхневих вод було проведено визначення 22 фізико-хімічних показників (ХСК, загальний фосфор, загальний азот, амоній, нітрити, нітрати, розчинені ортофосфати, хлориди, кальцій, магній, натрій, калій, сульфати, гідрокарбонати, карбонати, мідь, цинк, свинець, кадмій, хром, залізо, манган) та 1 гідробіологічного показника (хлорофіл а). Всього було відібрано 144 проби води річки Тиса та її приток на території Закарпатської області та проведено 3312 вимірювань.

Фізико-хімічна класифікація була проведена для всіх водотоків за угорською системою типологічних класів та якісних елементів води відповідно до положень ВРД: Згідно класифікації, вода у річці Тиса на українській території проекту віднесена до відмінної якості, крім води, відібраної у створі нижче смт. Солотвино (див. табл. 1).

Жодного разу під час вимірювань середня концентрація хлорид-іонів – подібно до значень електропровідності – не перевищувала граничне значення відмінного стану (<35 мг/дм³) аж до ділянки річки нижче с. Солотвино. У пробах, відібраних нижче с. Солотвино, середня концентрація була 390 мг/дм³, отже річку можна віднести до низької якості за даною ознакою. Максимальна концентрація сягала 766 мг/дм³.

Таблиця 1 – Класифікація якості води у річках басейну Верхньої Тиси (українська частина) за фізико-хімічними показниками [3]

Створи	Закислення	Солоність	Оксигенація, органічні забруднювачі	Склад поживного середовища	Кваліфікація
Чорна Тиса, Білин	5	5	5	5	Excellent
Біла Тиса, Ростоки	5	5	5	5	Excellent
Тиса					
Вище Рахова	5	5	5	5	Excellent
Нижче Рахова	5	5	5	5	Excellent
Ділове	5	5	5	5	Excellent
Луг	5	5	5	5	Excellent
В.Бичків	5	5	5	5	Excellent
Солотвино	5	5	4,67	5	Excellent
Нижче Солотвино	5	2	4,67	5	not reach the good status
Тересва	5	4,5	4,67	5	Excellent
Тячів	5	4,5	4,67	5	Excellent
Вишково	5	4,5	4,67	5	Excellent
Велятино	5	4,5	4,67	5	Excellent
Нижче м. Хуст	5	4,5	4,67	5	Excellent
Вище м. Виноградово	5	4,5	4,67	5	Excellent
Дротинці	5	4,5	4,67	5	Excellent
Вилок	5	4,5	4,67	5	Excellent

Виявлені проблеми з якістю води в притоках річки Тиса стосуються найважливіших показників якості води та свідчать про можливі проблеми з забрудненням водних ресурсів у відповідних районах. Основні проблеми, які були виявлені:

- р. Боржава та р. Ріка – в деяких випадках максимальні концентрації амонійного азоту перевищили граничне значення доброго стану;
- р. Тересва та р. Тересва – в деяких випадках максимальні значення хімічного споживання кисню та максимальна концентрація амонійного азоту перевищили граничне значення доброго стану;
- р. Апшиця: підвищене середнє значення хімічного споживання кисню, що вказує на навантаження органічними речовинами, підвищені середні показники загального вмісту азоту. Навіть, найнижча виміряна концентрація

амонійного азоту у воді р. Апшиця перевищувала граничне значення доброго стану. Підвищена концентрація розчиненого фосфору (ортофосфатів) та загального фосфору. При цьому необхідно відмітити що в річки Теремля та Апшиця не здійснюють скиди стічних вод об'єкти, що віднесені до основних джерел забруднення [3].

Для зниження рівня забруднення водних ресурсів на території Закарпатської області, особливу увагу слід приділити наступним заходам:

1. Реконструкція та модернізація існуючих каналізаційних очисних споруд.
2. Впровадження нових технологій очищення стічних вод.
3. Будівництво комунальних каналізаційних очисних споруд в населених пунктах, які ще не мають таких споруд або мають недостатній рівень очистки стічних вод.
4. Підвищення обізнаності та освіти населення.
5. Співпраця з місцевими органами влади та міжнародними організаціями: які можуть надавати фінансову та технічну підтримку для реалізації проектів з зниження рівня забруднення водних ресурсів.

Ці заходи спрямовані на поліпшення стану каналізаційних очисних споруд урбанізованих територій та зменшення забруднення водних об'єктів на території Закарпатської області, що сприятиме збереженню природного середовища та забезпечить чисту і безпечну воду для мешканців регіону.

Література

1. Доповідь про стан навколишнього природного середовища Закарпатської області за 2020 рік. Ужгород, 2021. 157 с.
2. Екологічний паспорт Закарпатської області. Ужгород, 2022. 184 с.
3. Звіт щодо стану річкових екосистем басейну Верхньої Тиси (у межах України): джерела забруднення, негативні впливи, трансформація та рекомендації до поліпшення ситуації / О. Фенцик, О. Станкевич-Волосянчук. Ужгород, 2023. 30 с.
4. Мережко О. І., Хімко Р. В. Річки Карпат. Київ, 1999. 124 с.

PRODUCTION OF ELECTRICITY AT THE ACCOUNT OF DISPOSAL OF THERMAL WASTE AT INDUSTRIAL ENTERPRISES

V. P. NERUBATSKYI, D. A. HORDIIENKO

Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine

NVP9@i.ua, D.Hordiienko@i.ua

Industrial enterprises provide the widest opportunities for the use of thermal waste for the production of electricity. Part of the thermal energy consumed by industry is released into the atmosphere or the cooling system in the form of heat loss. These losses are the result of the imperfection and impossibility of using and utilizing all thermal flows in the current process. A significant part of them is thermal waste that cannot be used or distributed in the form of radiation. Disposal at the current technical level is neither practical nor economical [1, 2].

The efficiency of generating electricity from thermal waste largely depends on the temperature of the heat that is removed. As a rule, the economic feasibility of this process is achieved only through the use of high-temperature and medium-temperature waste. New technologies, such as the organic Rankine cycle, make it possible to overcome this limit, and the further development of alternative cycles makes it possible to produce electricity even from low-temperature thermal waste [3]. In addition to the Rankine cycle, at the level of research and development, many other modern technologies are known that allow the production of electricity from thermal waste, which can provide an additional advantage of such a conversion process in the future. Such technologies include thermoelectric, thermophotovoltaic, and piezoelectric devices.

At the design level, in order to economically substantiate the possibility of generating electricity from thermal waste, in addition to the temperature level of the waste heat, the following factors must be taken into account [4]:

- availability of thermal waste – constant, cyclical or periodic;
- composition of thermal waste – gas, liquid;
- coefficient of use of thermal waste;
- temperature constancy of thermal waste;
- thermal waste flow rate;
- reduced or excessive pressure of thermal waste;
- the composition of the flow of thermal waste.

The use of thermal waste for the production of electricity is the process of collecting the waste heat of the technological process and using this heat for the production of electricity. Energy-intensive industrial processes carried out in steel mills, blown glass production, oil refineries and cement kilns can be used in modern electricity generation technologies [5].

Utilization of thermal waste for such purposes is a combined energy production using a single source of energy (fuel) (Figure 1).

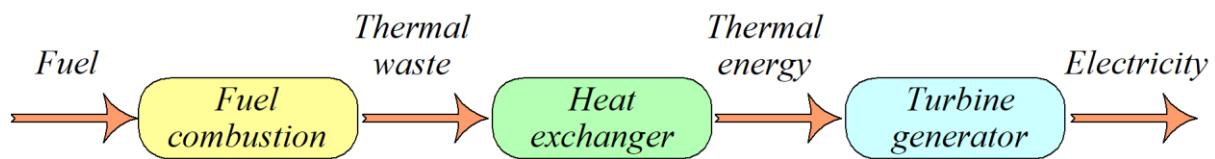


Figure 1 – Scheme of using thermal waste for electricity generation

The cogeneration system consists of a primary source, a generator, a heat removal system and an electrically interconnected device and is assembled into an integrated system. Combined power generation is characterized by higher efficiency and the possibility of preventing or reducing losses during energy transportation from the source to the consumer, reducing the consumption of primary fuel and the emission of harmful substances into the atmosphere.

The most common variant of combined electricity production is carried out according to a cycle in which the fuel is first used to produce mechanical or electrical energy in a heat engine, and then the waste heat of the main device is used to produce thermal energy. For example, gas turbines and reciprocating engines burn fuel to produce electricity, while recycling plants harvest useful thermal energy from waste streams and cooling system streams. Similarly, steam turbines use high-pressure steam to generate electrical energy from boilers to generate electricity, after which the low-pressure steam that has been exhausted is used for technical purposes or to provide heat. The main advantage of such systems is that they use heat from existing processes to produce electricity, rather than throwing it into the environment.

References

1. Nerubatskyi V., Plakhtii O., Hordiienko D. Improving the energy efficiency of traction power supply systems by means the implementation of alternative power sources. *26th International Scientific Conference Transport Means 2022*. 2022. Part I. P. 459–464.

2. Plakhtii O., Nerubatskyi V., Hordiienko D. Research of operating modes and features of integration of renewable energy sources into the electric power system. *2022 IEEE 8th International Conference on Energy Smart Systems (ESS)*. 2022. P. 133–138. DOI: 10.1109/ESS57819.2022.9969337.
3. Nihayah H., Sakina F., Hady Ariwibowo T., Safitra A. Performance study of organic rankine cycle (orc) using low-temperature waste heat with zeotropic refrigerants. *2022 International Electronics Symposium (IES)*. 2022. P. 123–130. DOI: 10.1109/IES55876.2022.9888285.
4. Liu J., Foged I., Moeslund T. Vision-based individual factors acquisition for thermal comfort assessment in a built environment. *2020 15th IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition (FG 2020)*. 2020. P. 662–666. DOI: 10.1109/FG47880.2020.00057.
5. Zhou K., Chen X., Cao W. Optimization method for carbon efficiency in the green manufacturing of sinter ore and its application. *2018 37th Chinese Control Conference (CCC)*. 2018. P. 3464–3468. DOI: 10.23919/ChiCC.2018.8483152.

AUTOMATIC CONTROL SYSTEM OF VOLTAGE AND CURRENT FOR ELECTRIC CAR CHARGING STATION

V. P. NERUBATSKYI, D. A. HORDIIENKO

Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine

NVP9@i.ua, D.Hordiienko@i.ua

The efficiency of energy use in industry is assessed by the distribution of specific costs based on the construction and analysis of the energy balance of industrial and economic facilities. The main goal is to provide appropriate services for achieving high energy efficiency of economic activity, optimal use of all types of resources and ensuring the functioning of facilities during planning, organization, coordination, accounting and management [1, 2].

In recent years, there has been a steady transition from vehicles equipped with internal combustion engines to electric motors. Given the potential to reduce air pollution caused by cars, especially in large cities, the spread of electric cars is very promising. The technology of hybrid electric vehicles has made it possible to obtain effective economic solutions with higher characteristics and a lower level of emissions compared to traditional vehicles. Electrification of road transport is currently one of the main trends in the development of the global automotive industry. According to forecasts, by 2040 the share of electric cars in the world fleet will be about 30 % [3].

Manufacturers and researchers pay a lot of attention to the development of electric vehicles. Another important issue is the creation of energy efficient charging stations

with the highest parameters of efficiency, power factor and other system parameters that satisfy the power grid and do not have a negative impact on it. Also, a rather important parameter of a charging station is the time and method of charging the battery of an electric vehicle [4, 5].

In Figure 1 shows the concept of an external DC charging station based on a three-phase active rectifier with power factor correction. In this case, the active rectifier performs the function of regulating the output voltage and charging current, and the input transformer provides galvanic isolation.

Automatic control system of the active rectifier is based on a built-in control device followed by pulse-width modulation (Figure 2). The developed automatic control system ensures the specified dynamics of voltage and current changes in the CC–CV (constant current – constant voltage) mode. The sub-model of the battery voltage and current regulator unit contains a built-in regulator. A feature of the developed regulator is that different integral coefficients are used for the current and charge voltage assignment modes, which improves the regulation dynamics compared to when the same coefficient is used in the CC and CV modes.

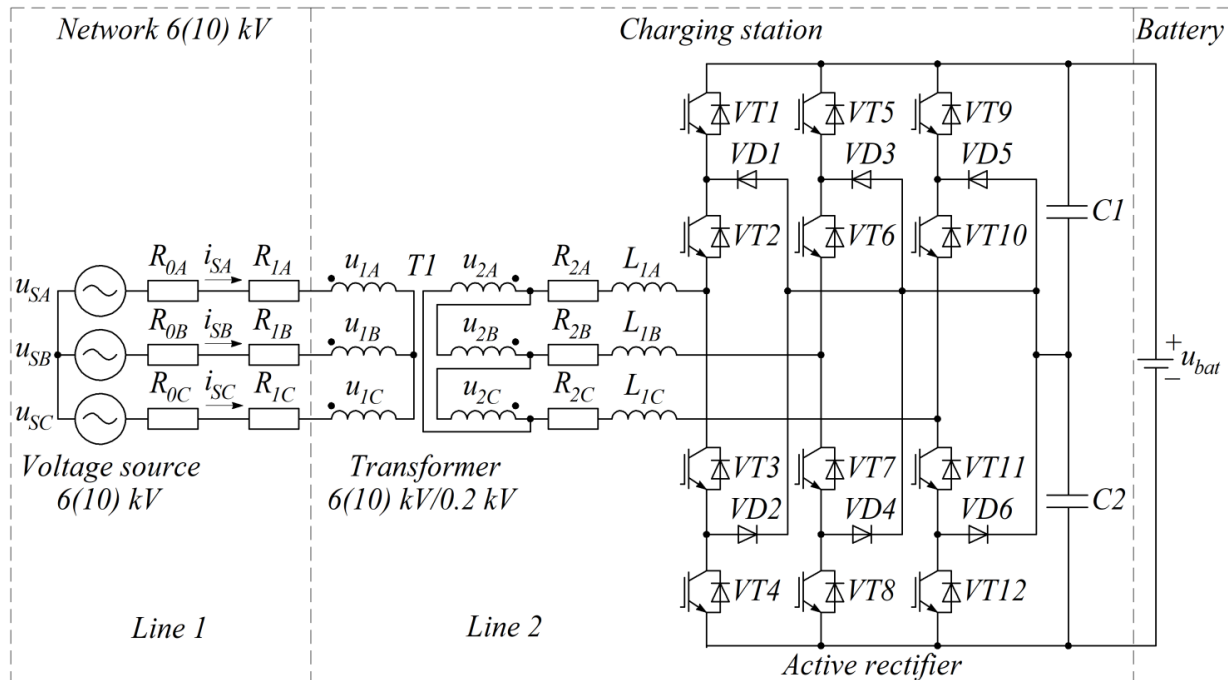


Figure 1 – Charging station system for electric vehicles with one-stage energy conversion

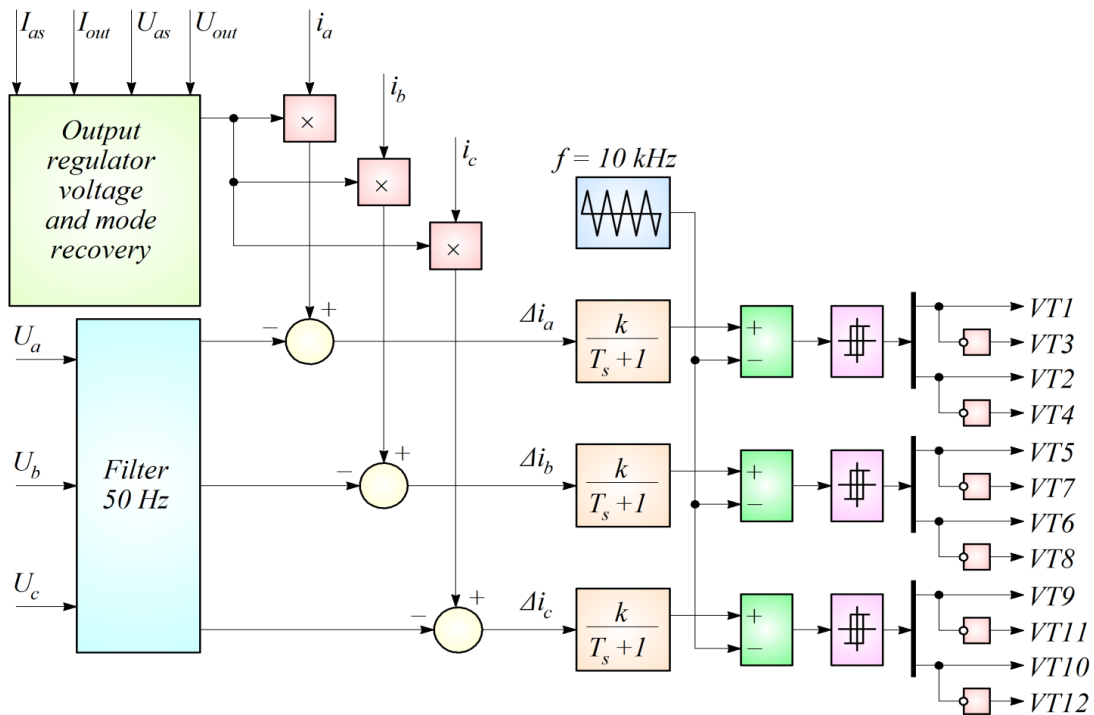


Figure 2 – Automatic control system of voltage and current

In Table 1 shows the values of power factor, efficiency and harmonic distortion factor of the charging station system at charge current in CC mode and pulse width modulation frequency.

Table 1 – Parameters of energy indicators of the charging station

PWM frequency, kHz	Charge current in CC mode, A	Efficiency, %	Charging time, min	Power factor	THD, %
5	150 (0.6C)	95.6	109.2	0.985	11.8
	200 (0.8C)	94.8	86.3	0.987	9.8
	250 (1.0C)	93.9	73	0.989	7.2
	300 (1.2C)	93.1	64	0.991	6.0
	350 (1.4C)	92.2	57.8	0.992	5.1
	400 (1.6C)	91.4	53.3	0.992	4.5
10	150 (0.6C)	95.4	109.2	0.987	6.1
	200 (0.8C)	94.5	86.5	0.99	4.6
	250 (1.0C)	93.7	73	0.991	3.7
	300 (1.2C)	92.9	64.2	0.992	3.1
	350 (1.4C)	92.1	58	0.992	2.7
	400 (1.6C)	91.3	53.3	0.993	2.5

Based on the research conducted, it can be seen that the efficiency of the proposed structure of the charging station is quite high. The dynamics is such that the higher the

charge current, the lower the efficiency. At the same time, a decrease in the charge current leads to an increase in the duration of the charging process, as well as a slight deterioration of the power quality parameters.

It is worth noting that the specified topology of the charging station converter can also be used when using alternative power sources, such as solar panels or energy storage.

References

1. Plakhtii O., Nerubatskyi V., Hordiienko D. Research of operating modes and features of integration of renewable energy sources into the electric power system. *2022 IEEE 8th International Conference on Energy Smart Systems (ESS)*. 2022. P. 133–138. DOI: 10.1109/ESS57819.2022.9969337.
2. Bahij M., Labbadi M., Cherkaoui M., Chatri C., Elkhatiri A., Elouerghi A. A Review on the prediction of energy consumption in the industry sector based on machine learning approaches. *2021 4th International Symposium on Advanced Electrical and Communication Technologies (ISAECT)*. 2021. P. 1–5. DOI: 10.1109/ISAECT53699.2021.9668559.
3. Chobe P., Padale D., Pardeshi D., Borawake N., William P. Deployment of framework for charging electric vehicle based on various topologies. *2023 International Conference on Artificial Intelligence and Knowledge Discovery in Concurrent Engineering (ICECONF)*. 2023. P. 1–4. DOI: 10.1109/ICECONF57129.2023.10084062.
4. Plakhtii O., Nerubatskyi V., Hordiienko D., Sushko D., Syniavskyi A., Shelest D. Thermal-powerloss approximation method for determination of efficiency in semiconductor devices. *2022 IEEE 41st International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO)*. 2022. P. 456–461. DOI: 10.1109/ELNANO54667.2022.9926756.
5. Plakhtii O., Nerubatskyi V., Mashura A., Hordiienko D., Khoruzhevskyi H. Improving energy indicators of the charging station for electric vehicles based on a three-level active rectifier. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 3, No. 8 (105). P. 46–55. DOI: 10.15587/1729-4061.2020.204068.

WAYS OF DISPOSAL AND SECONDARY PROCESSING OF POLYMER MATERIALS

V. P. NERUBATSKYI, D. A. HORDIIENKO

Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine

NVP9@i.ua, D.Hordiienko@i.ua

Currently, the problem of waste disposal of polymeric materials has become relevant not only from the point of view of environmental protection, but also due to the fact that in the conditions of shortage of polymer raw materials, plastic waste

becomes a powerful raw material and energy resource. At the same time, solving problems related to environmental protection requires large capital investments. The cost of recycling and disposal of plastic waste is about three times higher than that of most industries, and almost eight times the cost of recycling household waste. This is due to some properties of plastics that greatly complicate or make them unsuitable for known methods of solid waste disposal [1, 2].

The main amount of plastic waste is disposed of by burying or burning in the ground. However, waste disposal is economically unprofitable and technically difficult. In addition, burial, flooding and burning of polymer waste leads to environmental pollution, reduction of land plots, etc. Most often, the heat released during combustion is used for the production of steam and electricity. However, waste incineration plants are often economically inefficient, since the raw materials burned have a low calorific value. In addition, during burning, soot is formed from the incomplete combustion of polymer products, the release of poisonous gases and, as a result, repeated pollution of air and water bodies, rapid wear of the furnace due to severe corrosion [3].

The production of biodegradable plastics is promising, based on the introduction of light and biologically active additives into polymer compounds, which should contain functional groups that can decompose under the influence of ultraviolet light or anaerobic bacteria. The difficulty is that the additive must be introduced into the polymer synthesis or processing stage, and its degradation must continue after use, but not during processing. The main problem is to create a destructive activator that ensures a certain service life of plastic products without reducing quality [4]. Activators are also non-toxic and should not increase the cost of the material.

The reuse of polymer waste allows to significantly save on primary raw materials and electricity. There are quite a lot of problems related to the disposal of polymer waste, but they cannot be considered insoluble. However, the solution is impossible without:

- organization of collection, sorting and primary processing of depreciated materials and products;
- development of a system of prices for secondary raw materials that stimulate enterprises to process them;
- creation of effective means of processing secondary polymer raw materials, as well as methods of its modification in order to improve quality;
- creation of special equipment for processing;

– development of the nomenclature of products produced from secondary polymer raw materials.

Capital and operating costs for the main methods of recycling polymeric materials can be even lower than disposal costs. The positive side of recycling is that in various sectors of the country's economy, an additional amount of useful products is obtained, and the environment is not exposed to repeated pollution. For these reasons, waste recycling is not only economically feasible, but also the best solution to the problem of using plastic waste from an environmental point of view.

In the process of processing and operation, the material is subjected to mechanochemical influences, thermal, thermal and photooxidative destruction, which leads to the appearance of active groups that can initiate oxidation reactions during further processing.

In the secondary processing of polymer materials, pyrolysis is used, which allows obtaining high-calorie fuel, raw materials and semi-finished products used in various technological processes, as well as monomers used for the synthesis of polymers. High-temperature pyrolysis is used to obtain low-molecular raw materials from special types of polymer waste, such as a mixture of thermoplastics, cable insulation, but high efficiency is achieved only in the case of continuous methods.

In order to improve the quality and increase the service life of products during the secondary processing of polymer materials, raw materials should be modified.

References

1. Gevorkyan E., Chmiel J., Wiśnicki B., Dzhuguryan T., Rucki M., Nerubatskyi V. Smart sustainable production management for city multifloor manufacturing clusters: An energy efficient approach to the choice of ceramic filter sintering technology. *Energies*. 2022. Vol. 15, Issue 17. 6443. DOI: 10.3390/en15176443.
2. Tang W., Mak S., Li C. Sustainable management on recycling waste plastic in polymer-modified asphalt pavement and roads. *2020 IEEE International Symposium on Product Compliance Engineering-Asia (ISPCE-CN)*. 2020. P. 1–4. DOI: 10.1109/ISPCE-CN51288.2020.9321859.
3. Ibrahim U., Adeshina S., Thomas S., Obadiah A., Hussein S., Aina O. Design and implementation of a plastic waste sorting system. *2019 15th International Conference on Electronics, Computer and Computation (ICECCO)*. 2019. P. 1–4. DOI: 10.1109/ICECCO48375.2019.9043197.
4. Alassali A., Picuno C., Chong Z. K., Guo J., Maletz R., Kuchta K. Towards higher quality of recycled plastics: limitations from the material's perspective. *Sustainability*. 2021. Vol. 13, No. 23. 13266. DOI: 10.3390/su132313266.

ОРГАНІЧНІ ТА НЕОРГАНІЧНІ ЗАБРУДНЮВАЛЬНІ РЕЧОВИНИ В ДИГЕСТАТІ: ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ

ПАРАМОНОВ А. В., АБЛЄЄВА І. Ю.

Сумський державний університет

a.paramonov@ecolog.sumdu.edu.ua, i.ableyeva@ecolog.sumdu.edu.ua

Органічні та неорганічні забруднювальні речовини у дигестаті – це актуальна проблема сучасного середовища, яка вимагає невідкладних рішень та ефективних технологій очищення.

Дигестат, який утворюється під час процесу анаеробного біологічного розкладання органічних матеріалів для виробництва біогазу, має багато позитивних якостей як добриво. Він містить багато поживних речовин, таких як азот, фосфор, та калій, які сприяють підвищенню родючості ґрунту.

Проте важливо враховувати, що залежно від сировини, яка використовується для виробництва біогазу, дигестат може містити певні забруднювачі. Наприклад, якщо вихідною сировиною є харчові відходи або осади стічних вод, дигестат може містити залишки харчових добавок, бактерій та хімічних речовин. Ці забруднювачі можуть впливати на якість дигестату та потребують додаткової обробки та контролю, щоб забезпечити його безпечне використання в сільському господарстві або інших сферах [1].

Сировина, яка включає гній, рослинні рештки, енергетичні рослини, осад стічних вод та харчові відходи, може містити різноманітні забруднювачі, такі як важкі метали, пестициди, гормони, антибіотики та інші стійкі органічні сполуки. Ці речовини потрапляють в сировину з різних джерел і можуть мати негативний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людини.

Важкі метали – це метали, які мають велику густину та тенденцію до накопичення в організмах живих організмів. До найпоширеніших важких металів в сировині відносять свинець, ртуть, кадмій та інші. Вони можуть потрапити в сировину через використання пестицидів, ґрунтове забруднення або стічні води, які містять ці метали.

Пестициди – це хімічні речовини, призначені для боротьби з шкідниками та хворобами рослин. При неналежному використанні можуть залишатися в рослинах та ґрунті, і потрапити в сировину через ґрунтове забруднення [1; 2].

Гормони можуть бути використані для стимулювання росту тварин або рослин. Вони можуть потрапити в сировину через використання у сільському господарстві або ветеринарії. Гормони можуть мати негативний вплив на розвиток та здоров'я організмів.

Використання антибіотиків у тваринництві та аквакультурі може сприяти поширенню антибіотиків в сировині через гній та обробку стічних вод.

Перехід різних забруднювальних речовин до дигестату (рештки після біологічного розкладання органічних матеріалів у біопереробних та стічних очисних спорудах) може варіюватися в залежності від багатьох факторів, таких як початковий склад сировини та застосовані технології очищення.

В процесі анаеробного зброджування, тобто без доступу кисню, деякі органічні сполуки можуть розкладатися, але деякі можуть залишатися стійкими і переходити до дигестату в зміненому або незміненому вигляді. Важливо враховувати, що розкладання речовин в анаеробних умовах залежить від ряду факторів, таких як склад субстрату, тип і мікроорганізми, що беруть участь у процесі, температура та інші умови.

З іншого боку, деякі стійкі органічні сполуки, такі як деякі пестициди та хлоровані органічні сполуки (наприклад, ПХБ), можуть залишатися стійкими під час анаеробного зброджування та переходити до дигестату. Тому для ефективного управління забрудненнями в дигестаті і зменшення впливу цих сполук на навколишнє середовище може бути необхідним застосовувати додаткові методи очищення та обробки [1; 2].

Технології попередньої обробки сировини можуть впливати на деградацію або розкладання різних речовин у сировині, залежно від їхнього типу та умов. До технологій попередньої обробки можемо віднести: термічну, фізичну, кислотну або лужну обробку, ультразвукову та додавання оксидантів.

Оброблення дигестату – це важливий етап для додаткового очищення та підготовки матеріалу до подальшого використання або відновлення у господарських процесах [2]. Основні технології, які можуть бути використані для очищення дигестату після анаеробного біологічного розкладання, включають: компостування, сепарацію, використання оксидантів, біологічна очистка. Вибір конкретних методів і технологій обробки залежить від вхідного складу дигестату, цілей обробки та регуляторних вимог [3].

Література

1. Використання дигестату МХП Еко Енерджі 2020 URL: <https://saf.org.ua/wp-content/uploads/2020/05/dombrovskiy-mhp-saf-seminardigestat-2020.pdf> (дата звертання 11.08.2023)
2. Кучерук П.П., Матвеев Ю.Б., Ходаківська Т.В., Грабовський М.Б., Перспективи виробництва біогазу з сумішей гнойових відходів тваринництва та рослинної сировини в Україні. *Пром. теплотехніка*. 2020. 35, №1. С. 107–113.
3. Kupper, T., Bürge, D., Bachmann, H.J, Güsewell, S., & Mayer, J. (2014). Heavy metals in source-separated compost and digestates. *Waste Management*, 34, 867–874.

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ПРОГНОЗУВАННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ СЕЛІТЕБНИХ ТЕРИТОРІЙ ВІД АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

ПОЛЩУК Д. В., РОТЯКОВ В. М.

Філія Класичного приватного університету у місті Кременчук
face01@i.ua

Розвиток інфраструктури міст, урбанізація, інтенсифікація автоперевезень є причиною збільшення шумового навантаження. У зв'язку зі зростанням транспортних потоків значно збільшуються і зони акустичного дискомфорту, тому проблема транспортного шуму набуває все більшого екологічного та соціального значення.

Автомагістралі та транспортні потоки у їх межах значно посилює екологічні проблеми міст. Одним із найнегативніших чинників є всезростаюче акустичне навантаження. Шумове забруднення наразі стає одним із найвагоміших екологічних стресорів. Рівень шуму залежить від інтенсивності, швидкості, характеру транспортного потоку, типу і якості покриття, планування території (повздожній та поперечний профіль вулиць, архітектура забудови, світлофори) та наявності зелених насаджень. Шум, призводить до дисбалансу слухової адаптації, регуляторних процесів центральної нервової системи, шлунково-кишкового тракту, порушення гемодинаміки, розвитку шумової хвороби. При тривалому впливі порушуються механізми рефлексорних та нейрогуморальних реакцій, виникає нервова патологія, знижується увага

на 12–16 %. Акустичне навантаження виявляє негативний вплив і на флору, і фауну. Основні з них – зниження пристосувальної та репродуктивної здатності, зміни в трофічних сітках, підвищений ризик хижацтва, сповільнення росту, прискорення транспірації, загибель листків та квітів [1–3].

Найактуальніше ця проблема стає перед урбоекосистемами, адже урбанізація є одним з головних чинників зменшення біорізноманіття через втрату природних оселищ, їх фрагментацію або кардинальну зміну. В умовах міста до природного шуму додається багато антропогенних (промисловий, шум транспорту), що суттєво змінює акустичний фон. Наразі шумове навантаження в мегаполісах збільшилося на (12–15) дБ, а гучність у три-чотири рази. У містах із значним рухом транспорту, рівень шуму наближається до 80 дБ. Для візуалізації та прогнозування шумового навантаження широко використовують картографічні методи. Картографування шумового навантаження міст є актуальним для України. Наразі розроблені акустичні карти лише для окремих районів міста Києва. Створення акустичних карт сприятиме кращому розумінню екологічного стану урбанізованих територій [4].

Одним з альтернативних ефективних рішень для моделювання транспортних шумів є метод побудови ситуативних шумових карт. Для заданих цілей можна використовувати програмні комплекси як вітчизняних, так і закордонних розробників. Результати роботи програми відображаються на растровій карті, на якій наведено значення еквівалентного шуму в кожній вихідній точці. Ця карта може бути подана у вигляді зображення, на якому інтенсивність каналу відображає рівень шумового забруднення в кожній конкретній точці, або у вигляді набору ізоліній, які задають набори точок з однаковими рівнями еквівалентного шуму.

Засоби та методи ГІС дозволяють будувати графічні схеми і карти на базі введених геоінформаційних даних. Для створення та візуалізації математичної моделі процесів поширення шуму можна використовувати програмні комплекси ArcMap та ArcGIS Pro. Дані вносилися в спеціально створений у програмі файл, який несе інформацію про просторове розташування контрольної точки на території (схему розташування точок вимірювання на місцевості з прив'язкою до геодезичної системи координат), а також поля для запису супутньої інформації. Програма дає можливість накласти свої дані на карту і додати географічний контекст, що переводить на новий рівень їхнього розуміння. Для отримання відповіді на більшість питань, необхідно розуміння просторових взаємодій,

зокрема, подібність, співпадіння, перетин, накладання, доступність і видимість. У свою чергу, просторовий аналіз дає потужні техніки моделювання для прогнозування і кращого розуміння ситуації.

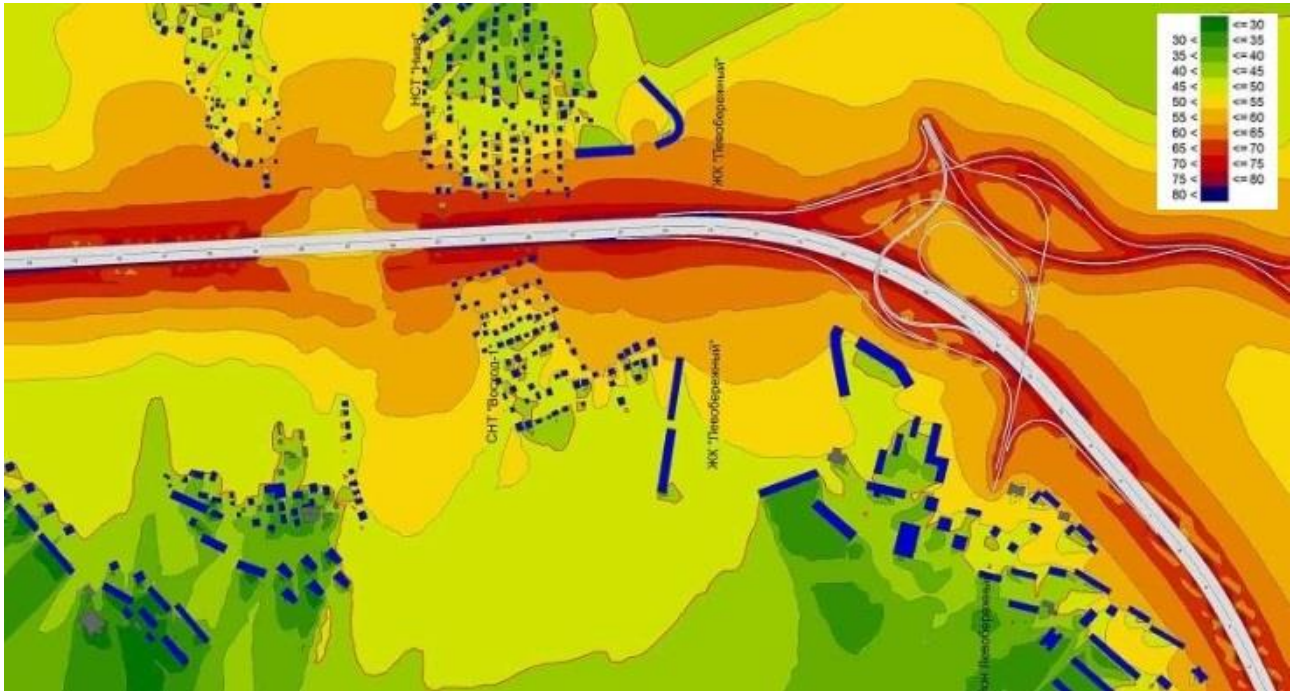


Рисунок 1 – Ситуаційна шумова карта частини міста, побудована за допомогою комп'ютерної програми

Найбільш загальним є саме безпосереднє моделювання фізичного процесу поширення шуму від джерела у вигляді транспортних засобів на магістралі до точок оцінювання, розташованих на прилеглий території. Математичний апарат, використовуваний у рамках цього підходу, може відрізнитися. Але в основі всіх варіантів лежить хвильове рівняння, отримане із закону рівноваги сил для нескінченно малої частки середовища (рівняння Ейлера) і закону збереження маси. Однак окремі особливості поширення звукових хвиль мають бути уточнені окремо. Крім того, у рамках цього підходу беруться до уваги такі основоположні фактори:

- відбивання звукових хвиль від фасадів будівель й екранів;
- дифракція для різних довжин хвиль.

Саме цей зазначений підхід потенційно забезпечує високу достовірність отриманих результатів, оскільки передбачає точне моделювання поширення звукових хвиль. Однак цей підхід досить складний у реалізації на ЕОМ. Головним недоліком є висока трудомісткість. Застосовується алгоритмічний

підхід, що дозволяє розраховувати поширення звукових хвиль на основі передачі енергії, цей метод сам по собі є досить складним та трудомістким завданням. Під час моделювання поширення шуму потрібно брати до уваги такі фактори: залежність процесів поширення звуку від частоти, різні характеристики атмосфери як середовища поширення шуму тощо. Для урахування більшості цих факторів потрібно розв'язати низку диференціальних та інтегральних рівнянь, що описують процес поширення звукової хвилі [5].

Література

1. Загальна екологія : [навч. посіб. для студентів ВНЗ / Г. М. Франчук та ін.] ; Нац. авіац. ун-т. Київ : НАУ, 2015. 230 с
2. Гігієна та екологія : підручник : для студентів закл. вищ. мед. освіти / В. Г. Бардов, С. Т. Омельчук, Н. В. Мережкіна, В. Д. Алексійчук, Є. М. Анісімов; За заг. ред. В. Г. Бардов. Вінниця : Нова книга, 2020. 471 с.
3. Бондар О.І., Новосельська Л.П., Іващенко Т.Г. Основи біологічної та генетичної безпеки (екологічна складова) Навчально-методичний посібник. 2019. 396 с.
4. Яремчук О. М., Пулашкін В. Ю. Картографування шумового забруднення автомагістралей м. Миколаєва засобами ГІС-технологій (з використанням програмного пакету ARCGIS) Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології № 2 (21), 2019, С. 132-139. DOI: 10.33815/2313-4763.2019.2.21.132-139
5. Поліщук Д. В. Розробка засобів і способів підвищення рівня екологічної безпеки при дії шкідливих фізичних полів техногенного походження.: Дис. канд. техн. наук : 21.06.01 / Д. В. Поліщук; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львівська Політехніка». Львів, 2005. 166 с. 18 с. Бібліогр.: с. 8.

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСІВ ПРИ РОЗРАХУНКУ СИТУАЦІЙНИХ ШУМОВИХ ПОЛІВ АВТОТРАНСПОРТНИХ МАГІСТРАЛЕЙ

ПОЛІЩУК Д. В., НОСАЧ О. Ю.

Філія Класичного приватного університету у місті Кременчук

face01@i.ua

На сьогоднішній день шум від автотранспортних магістралей є нагальною проблемою людства. Основною міжнародною угодою щодо захисту від шуму є Директива 2002/49/ЄС. Відповідно до Директиви країни-члени Європейського

Союзу зобов'язані створити шумові карти в своїх найбільших містах, біля головних транспортних вузлів і в промислових районах. Такі графічні подачі рівнів шуму є важливим інструментом контролю та базою для прийняття рішень містобудівельниками, представниками муніципалітетів тощо [1].

Проблема акустичного навантаження на урбанізовані території вже давно цікавить світову наукову спільноту. Накопичено чимало наукових знань, досліджень, технічних розробок в області захисту від шуму. Однак, враховуючи тренди вимог до повноти та якості інформації, оцінка шумового навантаження без використання програмних продуктів — непосильне завдання. Особливо це актуально для складних за конфігурацією та насичених джерелами шуму об'єктів [2].

На сьогодні багато виробників програмного забезпечення пропонують на ринок свої програмні комплекси. Пропонується розглянути програми, які розраховують рівні шуму у просторі з прив'язкою до геоінформаційних систем координат.

ArcMap є колишнім головним компонентом набору програм геопросторової обробки ArcGIS компанії Esri. Використовується переважно для перегляду, редагування, створення та аналізу геопросторових даних. ArcMap дозволяє користувачеві досліджувати дані в наборі даних, символізувати об'єкти відповідно та створювати карти. Це робиться за допомогою двох окремих розділів програми: змісту та кадру даних. У жовтні 2020 року було оголошено, що випуск 10.9 у 2021 році не планується і що ArcMap більше не підтримуватиметься після 1 березня 2026 року. Esri заохочує своїх користувачів переходити на ArcGIS Pro.

Користувачі ArcMap можуть створювати та маніпулювати наборами даних, щоб включати різноманітну інформацію. Наприклад, карти, створені в ArcMap, зазвичай включають такі функції, як стрілки на північ, масштабні шкали, заголовки, легенди, акуратні лінії тощо. Пакет програмного забезпечення включає набір стилів цих функцій. А також можливість завантажувати численні інші стилі посилання для застосування до будь-якої функції відображення.

Пакет ArcGIS доступний на чотирьох рівнях ліцензії: Basic, Standard або Advanced (раніше ArcView, ArcEditor або ArcInfo) і Pro. Кожен крок у ліцензії надає користувачеві додаткові розширення, які дозволяють виконувати різноманітні запити до набору даних. Pro – це найвищий рівень ліцензування, який дозволяє користувачеві використовувати такі розширення, як 3D Analyst,

Spatial Analyst і Geostatistical Analyst, а також численні нові функції в кожному новому випуску.

ArcGIS Pro, потужний однокористувацький настільний додаток ГІС, є багатофункціональним програмним забезпеченням, розробленим з урахуванням удосконалень та ідей спільноти користувачів ArcGIS Pro. ArcGIS Pro підтримує візуалізацію даних; розширений аналіз; та авторитетне ведення даних у 2D, 3D та 4D. Воно підтримує публікацію даних для всіх продуктів ArcGIS, таких як ArcGIS Online та ArcGIS Enterprise, та дозволяє працювати з системою ArcGIS через Веб-ГІС [3].

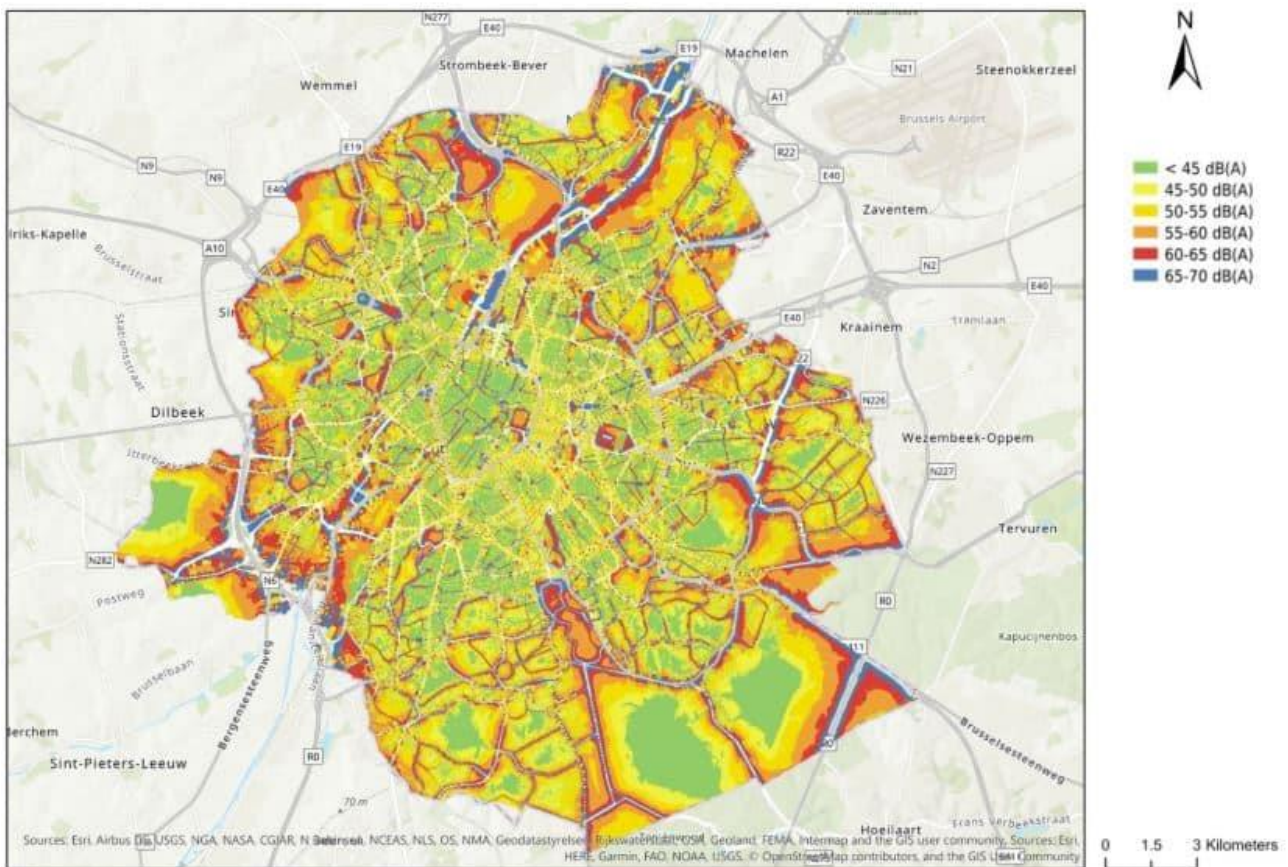


Рисунок 1 – Ситуаційна шумова карта міста на основі вимірювань рівнів шуму автотранспортних магістралей та подальшого розрахунку у програмному комплексі ArcGIS Pro

Softnoise – розробник програмних комплексів картування шуму для промисловості, дорожнього руху, залізничного руху, повітряного руху та вітрових турбін. Програмний пакет Predictor-LimA – це комплексне рішення для всіх проектів із захисту навколишнього середовища. Він поєднує в собі

інтуїтивно зрозумілий графічний інтерфейс Predictor і гнучкий графічний інтерфейс LimA в одному потужному пакеті, який забезпечує найкраще рішення для будь-якого вашого проекту, від невеликих промислових ситуацій до великомасштабної шумової карти міста. Підтримуються прогнози шуму для промисловості, доріг, залізниць, літаків і вітрових турбін [4].



Рисунок 2 – Ситуаційна шумова карта міста на основі вимірювань рівнів шуму автотранспортних магістралей та подальшого розрахунку у програмному комплексі Softnoise

Також існують інші розробники програмного забезпечення. Тому на сьогодні можна якісно будувати і візуалізувати будь-яку шумову карту.

Література

1. Яремчук О. М., Пулашкін В. Ю. Картографування шумового забруднення автомагістралей м. Миколаєва засобами ГІС-технологій (з використанням програмного пакету ARCGIS) Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології № 2 (21), 2019, С. 132–139. DOI: 10.33815/2313-4763.2019.2.21.132-139
2. Поліщук Д. В. Розробка засобів і способів підвищення рівня екологічної безпеки при дії шкідливих фізичних полів техногенного походження.: Дис. канд. техн. наук : 21.06.01 / Д. В. Поліщук; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львівська Політехніка». Львів, 2005. 166 с. 18 с. Бібліогр.: с. 8.
3. Сайт розробника програмного комплексу ArcGIS Pro. URL: <https://www.esri.com/ru-ru/arcgis/products/arcgis-pro/overview> (дата звернення: 23.10.2023).

4. Сайт розробника програмного комплексу Softnoise. URL: <https://softnoise.com/> (дата звернення: 23.10.2023)

ПОБУДОВА СИТУАЦІЙНОЇ ШУМОВОЇ КАРТИ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ НА ПРИКЛАДІ ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНУ МІСТА КРЕМЕНЧУК

ПОЛІЩУК Д. В., ПОТІС В. А.

Філія Класичного приватного університету у місті Кременчук
face01@i.ua

На цей час шумове забруднення навколишнього середовища в містах України досягло такого рівня, що воно вже не може вважатися локальним. Існуючі автомобільні магістралі міст абсолютно не розраховані на суттєво збільшену кількість транспортних засобів. Суттєве шумове забруднення виявлено на автомагістралях міст і перевищує 90–95 дБ. Фактично автомагістралі перетворилися в лінійні джерела викидів хімічних речовин і шуму, який підсилює шкідливу дію транспортних викидів в 2,5–3 рази. Нами було проведено розрахунки шумових полів, створюваних автотранспортом на прилеглих до автомагістралей територіях. Автомобілі розглядаються як точкові джерела шуму, з огляду на те, що пріоритетними є система вихлопу (глушник) і двигун, що мають незначні розміри. Також використовуються діаграми спрямованості шуму. Існуючі алгоритми розрахунку шумових полів дозволяють враховувати рівень звукового тиску джерела, його розташування на місцевості і отримувати ізолінії сумарних рівнів шуму. Використовуючи електронну карту міста за допомогою програмних комплексів можна побудувати ситуаційні шумові поля, що виникають на досліджуваній території при одночасній дії багатьох шумових джерел автомагістралей [1].

За допомогою комп'ютерної програми була побудована ситуаційна карта шумового навантаження в районі перехрестя в центральній частині міста Кременчук, яка представлена на рисунку. З неї видно, що шум в районі перехрестя значно перевищує допустимий рівень. Проаналізована ситуація на ділянці проспекту Свободи (60 років Жовтня) між двома перехрестями, що регулюються світлофорами. Після проходження перехрестя транспортний потік розганяється на дистанції 100–150 м. Слід зауважити, що максимальний рівень шуму автомобілі

створюють саме при розгоні. Автомобілі також можуть створювати значний рівень шуму при русі з великою швидкістю (це має місце саме в нічний час, коли інтенсивність транспортного потоку незначна), оскільки відомо, що приріст швидкості на кожні 10 км/год створює приріст рівня шуму на 3 дБ.



Рисунок 1 – Ситуаційна карта шумового навантаження в районі перехрестя в центральній частині міста Кременчук

За допомогою програмного комплексу SoundPLAN була створена ситуаційна карта шумового навантаження центральної частини міста Кременчук [2].

Міський шум є складовою частиною в єдиному комплексі екологічних, соціальних, економічних, культурних, загальнодержавних і міжнародних проблем розвитку людства. Високі рівні звуку й концентрації вихлопних газів на магістральних вулицях міст, що продовжують збільшуватися з кожним роком, викликають безліч скарг жителів будинків першої лінії забудови примігстральних територій. Прогресуюче протиріччя між вимогами нормативів із планування й забудови населених місць, що склалося структурою існуючих міст, охорони міського середовища, економіки будівництва, часто ставить у глухий кут проектувальників. У зв'язку з цим виникає гостра необхідність розробки шумозахисних рекомендацій, які були б невід'ємною частиною проектних матеріалів для реконструкції будь-яких «спальних» районів міста [3].

Для зниження шуму автомобільного транспорту рекомендується застосовувати два методи: зниження швидкості руху транспортних засобів,

покращення регулювання вуличного потоку, заборона руху для окремих видів автомобілів по окремих трасах і в певний час доби; покращення звукоізоляції будинків і влаштування протишумових екранів; удосконалення ходової і моторної частин транспортних засобів [4].

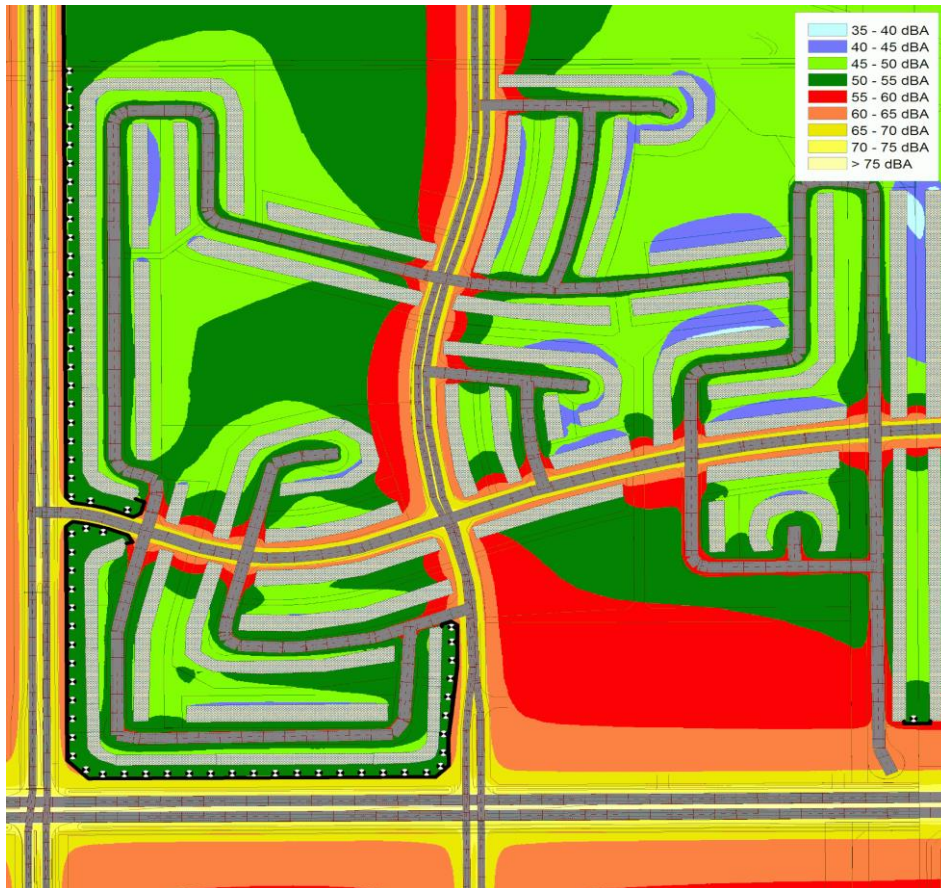


Рисунок 2 – Ситуаційна карта шумового навантаження центральної частини міста Кременчук

Порядок формування шумових карт базується на детальному вивченні позиціонування досліджуваного об'єкта й пошаровому накладенні організованих у бази даних обсягів інформації. На основі розрахунку ситуаційних шумових полів і електронної карти міста Кременчука показана можливість екологічної оцінки забудови міста Кременчука [5].

Література

1. Поліщук Д. В. Оцінка шумового навантаження прибудинкових територій при спільній дії стаціонарних джерел шуму і автотранспортних потоків. *Автомобільний транспорт та*

- інфраструктура* : зб. тез доп. I Міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 26–28 квіт. 2018 р. Київ, 2018 р. С. 129–132.
2. Шелудченко Л. С., Поліщук Д. В. Застосування програмного комплексу SoundPLAN для моделювання акустичної обстановки і поширення шкідливих речовин, спричинених діяльністю автомобільних засобів. *Проблеми екологічної безпеки*. зб. тез доп. XVII Міжнар. наук.-техн. конф., м. Кременчук, 02–04 жовт. 2019 р. Кременчук, 2019 р. С. 80–84.
3. Поліщук Д. В. Розробка засобів і способів підвищення рівня екологічної безпеки при дії шкідливих фізичних полів техногенного походження.: Дис. канд. техн. наук : 21.06.01 / Д. В. Поліщук; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львівська Політехніка». Львів, 2005. 166 с. 18 с. Бібліогр.: с. 8.
3. Шелудченко Л.С., Поліщук Д.В. Екологічна оцінка шумового забруднення міста, спричиненого діяльністю автотранспортних засобів і стаціонарних джерел. *Екологічні науки*. 2018. № 4(23). С. 10–13.
4. Харламова О. В., Шмандій В. М., Поліщук Д. В., Котенко О. Л., Гученко М. І. Моніторинг станів екологічної небезпеки при сумісній дії стаціонарних та пересувних джерел. *Екологічна безпека*. 2017. № 2(24). С. 27–31.

РЕСУРСЗБЕРЕГАЮЧИЙ ТРЕНД В ЕКОНОМІЦІ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛУ

РАДІОНОВ В. С.

*Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова, Україна*
agrokontur.ua@gmail.com

Перехід від лінійної економіки (виробничі цикли: «видобуток – виробництво – розподіл – споживання – відходи») до економіки замкнутого циклу (виробничі цикли: «видобуток – виробництво – розподіл – споживання – переробка компонентів та матеріалів продукту для повторного використання доки це можливо») – це шлях до сталого розвитку, зменшення залежності від вичерпних корисних копалин, зниження негативного впливу на довкілля. Крім того, такі тенденції як: дефіцит ресурсів, прийняття екологічних стандартів, розробка інноваційних технологій, формування екологічної поведінки споживачів сприяють цьому переходу. Підходи економіки замкнутого циклу особливо актуальні в контексті глобальних зусиль зі скорочення викидів CO₂ та прогнозованого дефіциту ресурсів, при поточному споживанні для прийняттого рівня життя 10 млрд жителів до 2050 року знадобляться ресурси трьох планет Земля [1].

Головне завдання економіки замкнутого циклу – зберегти цінність речей, матеріалів та ресурсів в економіці якнайдовше. Те, що у традиційної лінійної економіці вважається відходами, економіки замкнутого циклу стає активом чи ресурсом. Цього можна досягти трьома способами: повністю замкнути виробничий цикл (переробка матеріалів, відновлення товарів), максимально звузити цикл (покращений дизайн товарів) або уповільнити його (ремонт, оренда, спільне користування). Наслідування принципів економіки замкнутого циклу може дозволити підприємствам отримати довгострокові стратегічні конкурентні переваги, а також виявити нові способи отримання прибутку за рахунок впровадження у виробництво зворотних циклів (наприклад, збирання, сортування).

У циклічній економіці, на відміну від лінійної, все взаємопов'язано. Відходи одного виробництва використовуються в нових виробничих циклах іншої компанії або інших галузях (промисловий симбіоз), а товари проектуються таким чином, щоб було простіше і безпечніше «вдихнути» в них нове життя після старіння чи поломки (відновлення, ремонт, даунсайклінг) і повторно запустити на ринок, можливо, вже як новий більш висококласний продукт (апсайклінг).

Класичний приклад нелінійного виробництва – поділ циклів на біологічний та технічний. Матеріали, що використовуються в конструкції товару, в кінці його терміну служби відокремлюються: органіка повертається в біологічне середовище для природного розпаду, синтетичні матеріали заново проходять виробничий цикл і використовуються повторно у складі нової партії товару.

Перехід від лінійної економіки до економіки замкнутого циклу доцільно проводити із застосуванням таких способів: ресайклінг, апсайклінг, даунсайклінг.

Ресайклінг – повна переробка відходів (які придатні для цього). Їх перетворюють на вторсировину, з якої потім роблять нові речі. Для ресайклінгу підходять різні види відходів: від паперу та скла до електроприладів та старих шин. Для ресайклінгу кожного матеріалу потрібний свій підхід. Наприклад, ПЕТ перетворюють на сировину, яка стане новими предметами із пластмаси. Це може бути як звичайна пляшка, так і скейтборд або навіть нова лавка у парку. Деревину подрібнюють і перетворюють на ДСП, а бетон за допомогою дробильних машин перетворюють на щебінь або уламки – їх використовують у будівництві та при ремонті доріг. При цьому з вторинної сировини можна зробити не тільки прості речі. Наприклад, алюмінієві банки можуть стати новими банками, а можуть – велосипедом. А пляшка – ПЕТ може перетворитися як на одноразовий посуд, так і

на стильну футболку, яку на перший погляд неможливо відрізнити від звичайної. А хіба хтось міг би подумати, що стара м'ясорубка може стати новим гелікоптером? Вже є завод успішно використовує алюміній, який видобуває із старих м'ясорубок, побутової техніки та банок. Після ретельної обробки алюміній стане частиною кабіни вертольота. Вдалий приклад ресайклінгу – тканина еконіл із старих рибальських сіток та інших пластикових відходів. Поліестер із пластикових пляшок, берегового сміття та інших відходів використовують у своїх колекціях бренди H&M, Kering, Patagonia, GANT, Melissa, Nike, Adidas та Stella McCartney [2].

Апсайклінг – це коли непотрібні чи старі речі стають корисними та красивими. Для апсайклінгу підходять будь-які відходи – все обмежується лише фантазією людини, яка вирішила подарувати нове життя старому предмету. У цьому, на відміну ресайклінгу, вихідну річ не переробляють, а переробляють таким чином, що частково її зберігаючи.

Апсайклінг буває двох видів:

1. DIY-метод (Do It Yourself – тобто «зроби сам»). Кожна людина може перетворити щось непотрібне на елегантний предмет декору. Наприклад, зі старих футболок пошити ковдру, розбиту тарілку перетворити на панно, а забруднену футболку розфарбувати так, що пляма стане непомітною.

2. Промисловий метод. Апсайклінг давно набув популярності в масштабах фабрик та виробництв. З розбитого посуду роблять біжутерію, з пакетів від кави – картхолдери, а дизайнери одягу успішно перетворюють нерозпродані речі зі старої колекції на нові.

Даунсайклінг або даунциклінг – перетворення предметів на речі нижчої якості. Це одностороння переробка – з такої сировини не вдасться зробити початкові предмети. Є два види даунсайклінгу:

1. Багаторазова переробка сировини із втратою якості. Наприклад, якщо не розділяти пластик за кольорами, вторинна сировина буде менш цінним з кожним циклом переробки. Воно буде темніти, у складі з'явиться дедалі більше домішок. Таку сировину вдасться використовувати тільки там, де не важливим є зовнішній вигляд та інші якості.

2. Разова переробка із втратою якості. Наприклад, скло – у скловату. Зробити зі скловати скло вже не вдасться. Таким чином, даунсайклінг – це вид ресайклінгу, який використовують для тих матеріалів, які неможливо повністю переробити. Зазвичай у складі містяться різні волокна, розділяти які важко і не вигідно. Зі

зіпсованого одягу можна зробити технічне ганчір'я, а також набивання для курток та іграшок, але повернути все назад в одяг вже не можна.

З урахуванням вищевикладеного, можна дійти висновку, що усунення відходів з виробничих ланцюжків з допомогою максимального і ефективнішого повторного використання матеріалів призведе до зниження витрат і зменшення ресурсної залежності. Переваги економіки замкнутого циклу є стратегічними як для промислових підприємств, але й споживачів. Бізнес-модель економіки замкнутого циклу можна використовувати різноманітних продуктів незалежності від тривалості їх життєвого циклу.

Література

1. Living Planet Report 2012 Biodiversity, biocapacity and better choices / https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/lpr_living_planet_report_2012.pdf
2. Даунсайклінг та апсайклінг: як зібрати екологічний гардероб <https://www.forbes.ru/forbeslife/432125-daunsaykling-i-apsaykling-kak-sobrat-ekologichnyy-garderob>

РОЛЬ ДИГЕСТАТУ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЕКОСИСТЕМНИХ ФУНКЦІЙ ҐРУНТУ

СПІКО І. О., АБЛЄЄВА І. Ю.

Сумський державний університет

klyuchova@gmail.com, i.ableyeva@ecolog.sumdu.edu.ua

Діяльність біогазової промисловості має ряд позитивних результатів як для громадян, підприємств, так і для нашої планети в цілому. У якості сировини для ферментації використовують відходи різного походження та складу, у т.ч. в комбінованих варіантах. Особливої уваги потребують ті з них, які важко піддаються процесам біорозкладання. Таким чином можна вирішити проблему накопичення відходів та конструювання сховищ для їх зберігання.

Одним із продуктів виробництва біогазу є дигестат. Це продукт отриманий після анаеробного збродження органічної біомаси. Він розділяється на дві фракції: рідку та тверду. Обидві з них можна використовувати як біодобриво.

Метою роботи є визначення ефекту від внесення дигестату, отриманого з сировини різного виду, на показники ґрунту з супутнім впливом на врожайність.

У якості сировини для анаеробного збродження можуть використовуватися: відходи харчової, сільськогосподарської, лігноцелюлозної, агропромисловості, рибного господарства, стічні води та ін.

Однак застосовувати їх у чистому вигляді може бути досить небезпечно для довкілля, оскільки сирий матеріал потенціально містить мікроорганізми, віруси, залишки хімічних та фармацевтичних речовин, спори грибів, важкі метали [1]. Тому відходи підлягають попередній та післяобробці. Це дозволить досягти вимог екологічної безпеки ґрунту. Найбільш поширеними для цього є фізико-хімічні та біологічні методи [2]. Однак питання щодо економічної вигідності та ефективності застосування того чи іншого з них залишається відкритим.

При дослідженні проблеми підвищення врожайності важливе значення має вміст макро-, та мікроелементів у добриві. Увагу звертають на азот (N), оскільки він стимулює ріст, уповільнює процес старіння рослин і продовжує вегетаційний період [3]. Окрім нітрогену фосфор (P) та калій (K) є тими важливими елементами, які впливають на розвиток кореневої частини, якість продукції та стійкість рослини в цілому. Також застосування біодобрива сприяє втриманню карбону (C) в ґрунті, чим зменшує його кількість в атмосфері.

Польськими дослідниками визначено, що при застосуванні дигестату, отриманого з зелених відходів, кукурудзяного силосу, вміст N, P, K у рослинах вищий на 6–15 % [4], порівняно із показниками при внесенні мінерального добрива. Таким чином можна прослідкувати потенційний рівень врожайності при використанні різних видів відходів для анаеробного збродження з наступним його внесенням у ґрунт.

Застосування дигестату на основі гною великої рогатої худоби окремо та в поєднанні хімічними добривами сприяє збільшенню висоти рослини та діаметра стебла [5], а, отже, підвищує продуктивність ділянки. Чеські дослідники [6] вважають, що такий ефект може бути пов'язаний зі значним збільшенням мікробної біомаси ґрунту після використання біодобрива, що призводить до більшої кількості біоактивних компонентів ґрунту.

Тобто, перетворені відходи, які в чистому вигляді можуть лише засмічувати геосферу, за рахунок анаеробного збродження набувають якостей, які сприяють підвищенню врожайності та покращенні параметрів ґрунту. Залежно їх виду спостерігається різний ефект, і це має бути досліджено, оцінено й актуалізовано.

Література

1. Golovko O., Ahrens L., Schelin J., Sorengard M., Bergstrand K.-J., Asp H., Hultberg M., Wiberg K. Organic micropollutants, heavy metals and pathogens in anaerobic digestate based on food waste. *Journal of Environmental Management*. 2022. Vol. 313. P. 114997.
2. Nyang'au J. O., Møller H. B., Sørensen P. Effects of electrokinetic and ultrasonication pre-treatment and two-step anaerobic digestion of biowastes on the nitrogen fertiliser value by injection or surface banding to cereal crops. *Journal of Environmental Management*. 2023. Vol. 326. P. 116699.
3. Yang G., Zhang Z., Zhang G., Liu Q., Zheng P., Wang R. Tipping point of plant functional traits of *Leymus chinensis* to nitrogen addition in a temperate grassland. *Frontiers in plant science*. 2022. Vol. 13.
4. Koszel M., Lorencowicz E. Agricultural Use of Biogas Digestate as a Replacement Fertilizers. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 2015. Vol. 7. P. 119–124.
5. Li F., Yuan Y., Shimizu N., Magana J., Gong P., Na R. Impact of organic fertilization by the digestate from by-product on growth, yield and fruit quality of tomato (*Soladiumlycopersicon*) and soil properties under greenhouse and field condition. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. 2023. Vol. 10. Issue 70.
6. Brtnicky M., Kintl A., Holatko J., Hammerschmiedt T., Mustafa A., Kucerik J., Elbl J. Effect of digestates derived from the fermentation of maize-legume intercropped culture and maize monoculture application on soil properties and plant biomass production. *Chemical and Biological Technologies is Agriculture*. 2022. Vol. 9. Issue 43. P. 1–24.

ПРОМИСЛОВІ ВІДХОДИ ЯК ЕКОЛОГІЧНА ПРОБЛЕМА УКРАЇНИ

ТВЕРДОХЛЄБОВА Н. Є., АРТЮХОВ Д. В.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,
natatv@ukr.net, artiukhov.dns@gmail.com

Промислові відходи є однією з найбільш актуальних проблем сучасної екології. Недостатня увага до екологічних питань на виробництвах призводить до величезних негативних наслідків для довкілля та здоров'я людей.

Промислові відходи – це різноманітні матеріали, що утворюються під час виробничих процесів та не мають комерційної цінності і мають негативний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людей, якщо їх не збирають та не переробляють належним чином.

За даними дослідження, проведеного Міністерством екології та природних ресурсів України у 2018 році, найбільші обсяги промислових відходів в країні виробляються в галузі металургії, нафтогазовидобувної та нафтопереробної промисловості, хімічної промисловості та промисловості будівельних матеріалів.

За оцінками експертів, значна кількість промислових відходів в Україні залишається нерозкритою, оскільки часто відходи просто звозяться на звалища, не піддаючись жодній обробці, і тим самим не зменшуючи негативний вплив на довкілля.

Зменшення кількості промислових відходів та їх переробка – це важлива складова сталого розвитку та збереження природних ресурсів.

Для зменшення негативного впливу на довкілля необхідно розробляти та впроваджувати різні методи зменшення кількості промислових відходів та їх переробки.

Послідовність формування та оброблення промислових відходів – це процес виникнення відходів під час виробництва, їхнього збору та переробки з метою зменшення негативного впливу на навколишнє середовище та здоров'я людей. Важливо пам'ятати, що кожен етап формування та обробки промислових відходів має свої вимоги до технологій та методів, які застосовуються. Збір відходів має бути організований відповідно до нормативно-правових актів, а обробка відходів повинна бути безпечною для навколишнього середовища та здоров'я людей.

Необхідно зазначити, що значна частина промислових відходів збирається та переробляється неефективно. Низький рівень утилізації промислових відходів у свою чергу спричиняє витрати на їх збір та зберігання [1].

Оцінка екологічних наслідків від промислових відходів проводиться з урахуванням таких факторів: склад відходів, їхні обсяги, спосіб збору та переробки, вплив на здоров'я людей та довкілля.

Нижче наведені методи зменшення кількості промислових відходів.

1. Мінімізація відходів. Один з найбільш ефективних методів зменшення кількості відходів полягає у мінімізації їх утворення. Це можна зробити шляхом зменшення витрат матеріалів та енергії, застосування більш ефективних процесів виробництва, використання ресурсномістких та невідходних технологій, зменшення використання шкідливих речовин.

2. Повторне використання і відновлення матеріалів. Цей метод полягає у використанні відходів як вторинних сировинних матеріалів. Наприклад, багато видів пластикових відходів можна переробити на вторинні сировинні матеріали та використовувати їх для виробництва нових пластикових виробів.

3. Організація внутрішнього перерозподілу відходів. Підприємства можуть організувати внутрішній перерозподіл, де відходи одного виробництва можуть

стати сировиною для іншого виробництва. Цей метод сприяє зменшенню витрат на закупівлю сировини.

4. Застосування методів рециклінгу, який полягає у зборі, переробці та використанні відходів як вторинної сировини для виробництва нових матеріалів та продуктів. Рециклінг дозволяє зменшити використання природних ресурсів, зменшити кількість відходів, які потрапляють на звалища, та скоротити викиди шкідливих речовин у повітря, воду та ґрунт.

Отже, проблема промислових відходів є надзвичайно актуальною для України, особливо коли вона перебуває у стані війни [2]. Країна є однією з найбільш індустріалізованих в Східній Європі, що спричиняє величезну кількість відходів, які потребують спеціального оброблення та утилізації. Проте, нажаль, більшість з цих відходів потрапляє на звалища, що створює серйозні екологічні проблеми, включаючи забруднення повітря, води та ґрунту, а також загрозу здоров'ю людей і тварин.

Література

1. Твердохлебова Н.Є., Максименко М.С. Сучасна проблема утилізації сміття в Україні. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я* : матеріали XXV Міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків: НТУ «ХП». 2017 р. С. 348.
2. Твердохлебова Н.Є., Євтушенко Н.С. Регіональна екологічна безпека в умовах воєнного стану. *Сучасні технології у промисловому виробництві* : матеріали 10-ї Всеукр. наук.-техн. конф., 18–21 квітня 2023 р. Суми, 2023. С. 177–178.

ВОДОВІДВЕДЕННЯ В КОНТЕКСТІ ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ УКРАЇНИ

ГАРСІЯ КАМАЧО ЕРНАН УЛЛІАНОДТ, ВАСИЛЬКІВСЬКИЙ І. В.,

ПОЛИВ'ЯНЧУК А. П.

Вінницький національний технічний університет

ullianodht7777@gmail.com, igor.vntu@gmail.com, ap3@ukr.net

Найбільшою мірою якість природних вод змінюється в результаті забруднення їх стічними водами промислових підприємств та комунального господарства, а також від поверхневого стоку з територій населених пунктів, промислових об'єктів, транспортних шляхів та сільськогосподарських угідь. На даний час в Україні щорічно скидається понад 20 км³ стічних вод, з них майже 6 км³ – неочищених та недостатньо очищених.

Нажаль, в Україні немає достовірних даних про кількість діючих споруд для очистки води по областях. Більшість обласних департаментів екології та *природних ресурсів у своїх щорічних регіональних доповідях про стан* довкілля сором'язливо уникають інформації про кількість і стан очисних споруд каналізації (ОСК). За експертною оцінкою президента асоціації «Укрводоканалекологія» в Україні налічується близько 1000 очисних споруд каналізації, які проектувалися в 60-ті роки минулого століття. Це вселяє певний оптимізм, що принаймні у містах ОСК існують. Аналіз даних міністерства розвитку громад та територій України (табл. 1) показує, що понад 13 млн сільського населення взагалі не мають можливості користуватись водовідведенням і спорудами для очистки стічних вод, як видно з таблиці 1, у 25 611 сільських населених пунктах відсутнє водовідведення. Незадовільний стан застарілих очисних споруд каналізації і відсутність зливової каналізація посилює антропогенне навантаження на річкові басейни. В результаті природні водні екосистеми повністю трансформувались в антропогенні водні об'єкти, які в процесі своєї еволюції виявилися абсолютно непридатними для користування населенням і життя та розмноження іхтіофауни.

Потужності ОСК, які ще експлуатуються, збудовані у 60–70 роках ХХ століття, морально і фізично застарілі і не виконують свого водоохоронного призначення.

Підвищення інтенсивності евтрофікації у штучних водосховищах на річках є свідченням постійного притоку неочищених стічних вод, що позначається на зміні видового і кількісного складу іхтіофауни. В першу чергу зникають види іхтіофауни існування яких стає нестерпним і неможливим при погіршенні гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних і мікробіологічних показників річкової води.

Європейський Союз на рівні Співтовариства та держав-членів у своєму національному законодавстві щодо охорони довкілля застосовують принцип «забруднювач платить», згідно з яким фізичні та юридичні особи, відповідальні за забруднення, повинні надати кошти на заходи, необхідні для уникнення чи зменшення забруднення. Отже, справедлива плата за водовідведення і очистку стічних вод є необхідною умовою захисту довкілля і збереження чистоти водних об'єктів. Кошти за водовідведення в Україні збираються. Однак, досі є незрозумілий механізм їх використання. Якщо, кошти за водовідведення передбачають тільки водовідведення без очистки, то очевидно, що процес очистки води є безкоштовним. Безкоштовна очистка призводить до скиду недоочищених стічних вод і відсутності коштів на реконструкцію застарілих і зношених ОСК.

Таблиця 1 – Відсутнє централізоване водовідведення [1]

№ п/п	Адміністративні території	Чисельність населення		Чисельність н/п, усього			Відсутнє централізоване водовідведення		
		Міське населення	Сільське населення	міста	сmt	села	міста	сmt	села
1.	Вінницька	799 385	746 031	18	29	1456		10	1451
2.	Волинська	539 179	492 242	11	22	1054	2	4	1029
3.	Дніпропетровська	2 668 744	507 904	20	46	1372	1	13	1343
4.	Донецька	3 754 349	377 459	40	72	128		34	114
5.	Житомирська	716 457	491 755	12	43	1613		8	1596
6.	Закарпатська	465 904	787 887	11	19	579		2	563
7.	Запорізька	1 306 231	381 170	14	22	914		11	896
8.	Івано-Франківська	606 764	761 333	15	24	765		13	756
9.	Київська	1 105 383	675 661	26	30	1126		5	1068
10.	Кіровоградська	591 944	341 165	12	27	991	1	9	985
11.	Луганська	1 859 590	276 323	12	24	497		15	494
12.	Львівська	1 534 040	978 044	44	34	1850	5	17	1839
13.	Миколаївська	768 022	351 840	9	17	885			866
14.	Одеська	1 597 062	780 168	19	33	1124		19	1110
15.	Полтавська	867 201	519 777	16	20	1810		3	1773
16.	Рівненська	548 088	604 873	11	16	999		1	978
17.	Сумська	741 430	326 817	15	20	1458		8	1445
18.	Тернопільська	473 727	564 968	18	17	1023	1	7	1017
19.	Харківська	2 158 121	500 340	17	61	1673	1	22	1636
20.	Херсонська	631 317	396 596	9	31	658		12	588
21.	Хмельницька	720 752	533 950	13	24	1414		9	1402
22.	Черкаська	678 682	513 455	16	15	824		10	810
23.	Чернівецька	390 551	511 081	11	8	398	2	1	398
24.	Чернігівська	649 063	342 231	16	29	1465	1	15	1454
	Україна	30 735929	13 521035	406	683	26076	14	248	25611

Оскільки, водоочистка в Україні продовжує здійснюватись за технологіями 60–70 років минулого століття, то використання осадів стічних вод (ОСВ) у якості органічних добрив – найбільш поширений в Україні метод їх використання, зокрема і на КП «Вінницяоблводоканал». Застосування ОСВ в якості органо-мінеральних добрив передбачає обов'язкову попередню оцінку можливого накопичення в ґрунтах удобрюваних площ ряду шкідливих домішок що можуть бути присутніми у складі вказаних добрив (у тому числі – важких металів). Якість осадів стічних вод, використовуваних як добриво регламентується за хімічними, бактеріологічними і паразитологічними показниками. Однак, даний метод має ряд недоліків, а саме: 1) знешкодження і знезараження ОСВ, згідно технологічного регламенту, здійснюється витримкою на мулових майданчиках або на території

очисних споруд каналізації (ОСК) не менш 3-х років, що сприяє поширенню неприємних запахів, тощо; 2) внесення ОСВ в якості добрив підвищує вміст важких металів в ґрунті.

На сучасному етапі розвитку технологій утилізації різних видів відходів, є інші, можливі напрямки утилізації ОСВ (рис. 1), які мають значно більшу еколого-економічну ефективність.

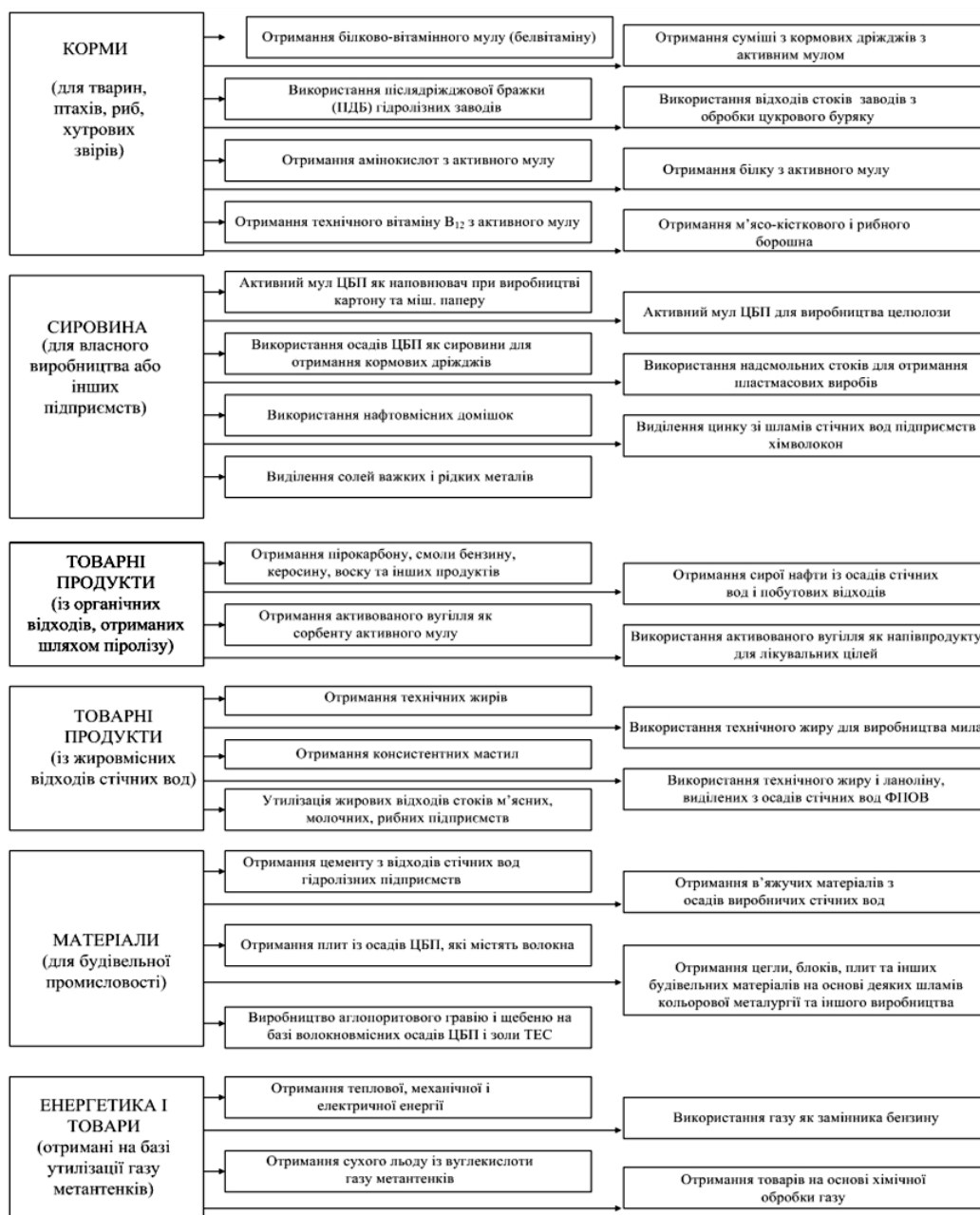


Рисунок 1 – Можливі напрямки утилізації осадів стічних вод [2]

Питання якісного водозабезпечення, водовідведення і водоочистки надзвичайно актуальне, оскільки впливає на якість життя і рівень захворюваності населення, збереження біорізноманіття і природних територіальних комплексів. Поряд із реконструкцією і будівництвом нових доріг і мостів повинні реконструюватись і будуватись очисні споруди для очистки промислових і комунальних стічних вод, інакше питання збереження водних об'єктів і здоров'я їх мешканців вирішити неможливо.

Література

1. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2019 році.
2. Природоохоронні технології. Навчальний посібник. Ч.3: Методи переробки осадів стічних вод / [Петрук В. Г., Васильківський І. В., Безвозюк І. І., Петрук Р. В., Турчик П. М.]. Вінниця: ВНТУ, 2013. 324 с.

ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННИХ ВІДХОДІВ В КОНТЕКСТІ ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ УКРАЇНИ

ГАРСІЯ КАМАЧО ЕРНАН УЛЛІАНОДТ, ВАСИЛЬКІВСЬКИЙ І. В.,
ПОЛИВ'ЯНЧУК А. П.

Вінницький національний технічний університет

ullianodht7777@gmail.com, igor.vntu@gmail.com, ap3@ukr.net

Рослинні відходи є частиною біомаси до яких відносяться: відходи рослинництва, лісопереробної галузі, сільського господарства, харчової промисловості, домашнього господарства та відходи комунального господарства. При заготівлі лісу та подальшій його переробці з відходами втрачається близько 50% деревини. Ця біомаса у вигляді тирси, листя, гілок вивозиться на полігони, де гниє або спалюється на місці, таким чином погіршуючи екологічний стан довкілля. У сільськогосподарському виробництві основними залишками біомаси є незернова частина врожаю. Джерелом утворення рослинних відходів є також відходи деревини в деревообробній та целюлозно-паперовій промисловості. Класифікація рослинних відходів подана у таблиці 1.

Таблиця 1 – Класифікація рослинних відходів для енергетичних потреб

Джерело утворення	Споживання відходів
Деревина, відходи деревини, вторинна деревина, відновлювальна деревина	Тверді: необроблена деревина, тирса тріска, гранули. Рідкі: чорний луг, метанол, піролізні смоли. Газоподібні: продукти газифікації та піролізу.
Відходи агрокультур, відходи тваринництва, відходи переробки агропродукції, енергетичні культури	Тверді: солома, стебла, лушпиння, енергетичні трави. Рідкі: етанол, метанол, піролізні смоли, жом, олії. Газоподібні: біогаз, продукти газифікації та піролізу.

Україна має розвинутий сектор сільського господарства, зокрема рослинництва, який щорічно генерує великий обсяг різноманітних рослинних відходів та залишків. Відходи поділяються на первинні, тобто ті, що утворюються безпосередньо при збиранні врожаю сільськогосподарських культур, і вторинні – такі, що генеруються при обробці врожаю на підприємствах. Первинні відходи включають солону зернових та інших культур, відходи виробництва кукурудзи на зерно і соняшника (стебла, стрижні, кошики і т. ін.). Вторинні відходи – це лушпиння соняшника, лушпайка гречки, рису, жом цукрового буряку і тому подібне. Частина відходів та залишків використовується на потреби самого сільського господарства (органічне добриво, підстилка та корм тварин), частина – іншими секторами економіки, а решта біомаси залишається незадіяною і часто утилізується (спалюється в полі, вивозиться на звалище) без принесення користі товаровиробникам. Значну частину біомаси, що не використовується, видається доцільним залучити до виробництва енергії. При цьому важливим є питання яку саме частку відходів та залишків сільського господарства можна використовувати на енергетичні потреби без негативного впливу на родючість ґрунтів [1].

В Євросоюзі проводились дослідження питання енергетичного застосування рослинних відходів. За їх результатами, на енергетичні потреби можна використовувати 25–50 % врожаю соломи, а решта біомаси має залишитися на полях. Обсяги споживання біомаси для виробництва енергії в Європейському Союзі становлять понад 138 млн. т н.е./рік (1000 куб.м природного газу = 1,16 т у.п.=0,812 т н.е. (н.е. – нафтовий еквівалент; у.п. – умовне паливо)). Основним видом біомаси, що використовується, є тверда біомаса. Її частка в загальному обсязі споживання незмінно становить близько 70 %. Виробництво енергії з соломи активно розвивається в Данії, Швеції й

більшості країн Центральної Європи. На енергетичні потреби там щорічно використовується від 5 % до 20 % виробленої соломи. Так, у Фінляндії частка біомаси в кінцевому енергоспоживанні становить 28%, в Латвії – більше 27 %, в Швеції та Естонії – близько 26 % (для порівняння – в Україні 1,78 %) (рис. 1.).

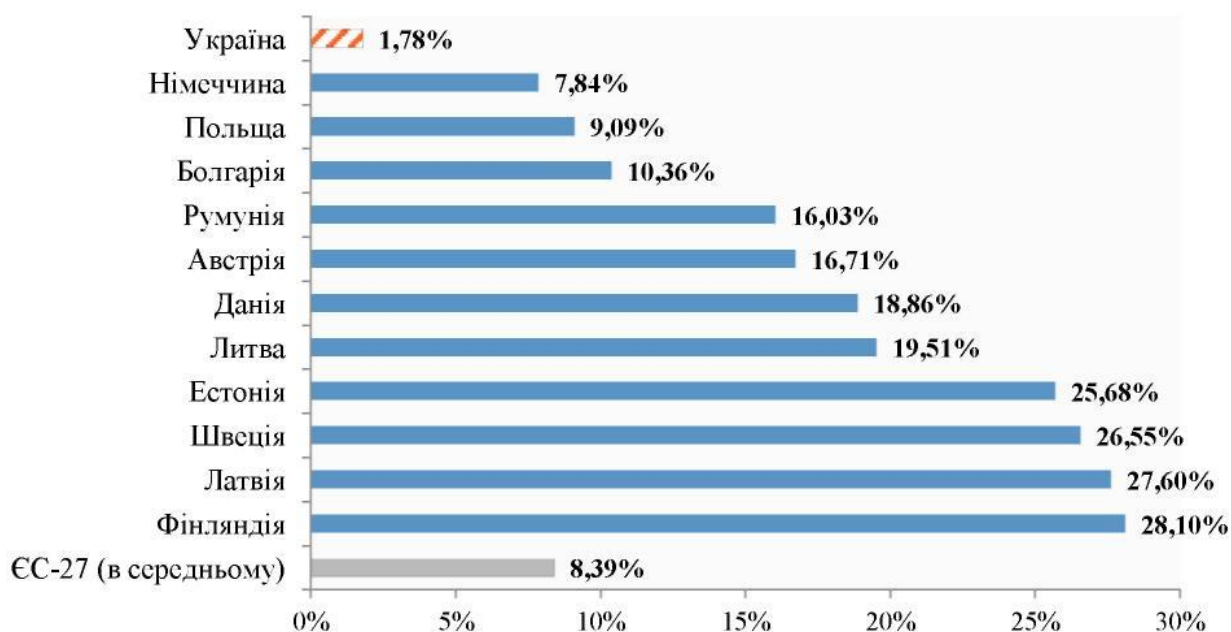


Рисунок 1 – Частка біомаси у валовому кінцевому енергоспоживанні деяких країн ЄС і в Україні

Дослідження, виконані для умов США показали, що для виробництва енергії біопалив можна використовувати 30–60 % загального обсягу соломи та відходів виробництва кукурудзи на зерно.

В Україні є надлишок соломи, який можна залучити до паливно-енергетичного балансу. Виробництво зернових і зернобобових культур в Україні становить близько 60–70 млн. т на рік з врожайністю 35–40 ц/га. За даними Української зернової асоціації (УЗА) і Департаменту сільського господарства США (USDA) врожай 2023 року очікується на рівні 76,7 млн тонн зерна (рисунок 2). Співвідношення зернової частини врожаю та незернової (соломи) становить приблизно 1:1, тому річні обсяги утворення соломи близькі до загального виробництва зернових культур в Україні, тобто близько 76 млн тонн рослинних відходів. Для України оптимальний обсяг соломи, яку можна використовувати на теплові потреби, за нульового балансу гумусу становить близько 40 %. За

попередніми підрахунками, в Україні на енергетичні цілі є можливість щорічно використовувати понад 20 млн тон незернової частини врожаю.

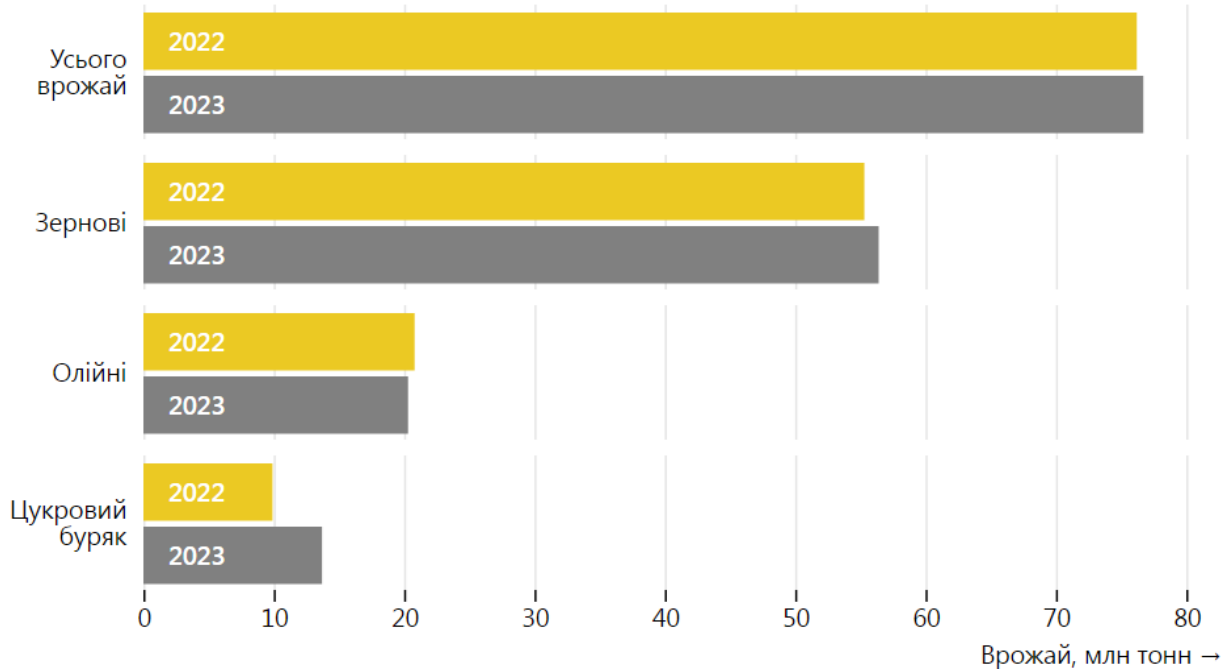


Рисунок 2 – Прогноз врожаю 2023 року проти збіжжя 2022 року

Використання рослинних відходів дозволить Україні позбутися газової залежності і забезпечити енергетичні потреби за рахунок використання власних, швидко відновлюваних енергетичних ресурсів рослинного походження. Враховуючи, встановлені значення теплоти згоряння природного газу та ряду рослинних відходів приведених в таблиці 2, перспективним є використання соломи і рослинних відходів в якості альтернативного енергетичного палива.

Таблиця 2 – Теплота згоряння палив

Теплота згоряння	Одиниці вимірювання	МДж, (ккал)
Газ природний, при 20°C 101,325 кПа	м ³	31,8; (7600)
Солома	кг	15,7; (3750)
Пелети із соломи	кг	14,51; (3465)
Лушпиння соняшнику, сої	кг	17,00; (4060)
Кукурудза-початок (W>10%)	кг	14,65; (3500)
Свіжозрубана деревина (W=50...60%)	кг	8,12; (1940)
Висушена деревина (W=20%)	кг	14,24; (3400)
Тріска	кг	10,93; (2610)
Тирса	кг	8,37; (2000)
Пелета деревна	кг	17,17; (4100)

Для заміщення 1000 м³ природного газу, за умови однакової ефективності котельного обладнання, необхідно використати таку кількість палива (табл. 3):

Таблиця 3 – Кількість палива для заміщення 1000 м³ природного газу

Дрова, у повітряно-сухому стані	кг	2520
	м ³	5–6,3
Тріска деревна, вологість 40 %	кг	3340
	м ³	11–14
Стружка деревна, вологість 7–15 %	кг	2270
	м ³	16–21,6
Тирса деревна, вологість 33–38%	кг	2960
	м ³	17,4
Гранули з дерева	кг	1970
	м ³	3–3,6
Гранули з соломи	кг	2200
	м ³	4–4,4
Гранули з лущиння соняшника	кг	1890
	м ³	3–3,4
Солома зернових в тюках	кг	2360
	м ³	13–26

Отже, використання тільки 20 млн. т соломи для енергетичних потреб дає щорічну економію близько 10 млрд. м³ природного газу.

Незважаючи на низький рівень розвитку відновлюваної енергетики сьогодні, Україна володіє великим потенціалом біомаси, доступної для виробництва енергії. Основними складовими цього потенціалу є відходи сільського господарства, відходи деревини, а в перспективі вирощування і використання енергетичних культур.

Література

1. Аналітична записка БАУ №7 «Перспективи використання відходів сільського господарства для виробництва енергії в Україні».

КОМПЛЕКСНЕ УПРАВЛІННЯ МЕДИКО-ФАРМАЦЕВТИЧНИМИ ВІДХОДАМИ

СТАЛІНСЬКА І. В, КУЛИК А. С.

Харківський національний університет міського господарства

ім. О. М. Бекетова

stalinskaairina5@gmail.com, nastya659125@gmail.com

З кожним роком медична та фармацевтична індустрія розвивається. Інколи розвиток пришвидшується вимушено, наприклад через пандемію. З кожним новим кроком розвитку, індустрія провокує появу все більшої кількості відходів, як від споживання так і виробництва.

Медичні відходи (МВ) – відходи, що утворюються внаслідок здійснення діяльності з медичного обслуговування або ветеринарної практики, здійснення експертиз та досліджень у сфері охорони здоров'я, ветеринарної медицини, у тому числі наукових або дослідницьких робіт [1].

Отже, медичними відходами можна вважати будь-які медичні предмети, що мали контакт із хворим або біологічними рідинами організму людини чи тварина, наприклад, кров. [2]

До основних джерел утворення МВ відносяться лікарні різних типів та форм власності та інші медичні установи, лабораторії, морги, банки крові, будинки людей похилого віку. Окрім спеціалізованих місць, кожен з нас є джерелом таких відходів, адже викинута маска у смітних, чи таблетки, термін придатності яких вичерпався, це і є МВ, що потрапляють на полігони та звалища ТПВ. Проведені дослідження щодо вивчення громадської думки по відношенню до шляхів утилізації медичних та фармацевтичних відходів, які утворюються в побуті, показало, що понад 51 % опитаних викидають їх до твердих побутових відходів, що призводить до потрапляння небезпечних компонентів на полігони та звалища, понад 23 % виливають (висипають) такі відходи в каналізацію, що несе ризик забруднення водних об'єктів, 14 % – спалюють такі відходи, 10 % – кладуть поруч з урною чи контейнером для ТПВ [3].

Світова пандемія, яка розпочалася в 2020 році, суттєво збільшила кількість лікарських засобів, які використовуються населенням та обсяг інших медичних відходів (зокрема, потенційно небезпечні маски, рукавички тощо), що тільки

загострює дану потребу та вимагає негайного реформування всієї системи поводження з медичними та фармацевтичними відходами [4].

На сьогоднішній день Україна зіткнулась ще з однією проблемою утворення МВ – це відходи, що утворились при наданні першої невідкладної допомоги під час бойових дій. Коли потрібно рятувати життя, ніхто не замислюється над тим, куди та як утилізувати медикаменти та використане медичне приладдя [2, 5].

Тому, вирішення проблеми утилізації МВ має невідкладний характер, оскільки такі відходи мають значний ступінь зараження патогенною мікрофлорою, можуть бути причиною спалаху інфекцій та епідемій, поширення туберкульозу, гепатиту, СНІДу, тощо, а також спричиняти фізичні ураження (рис. 1) і від того як утилізують МВ, залежить екологічна безпека навколишнього природного середовища та здоров'я населення [6].

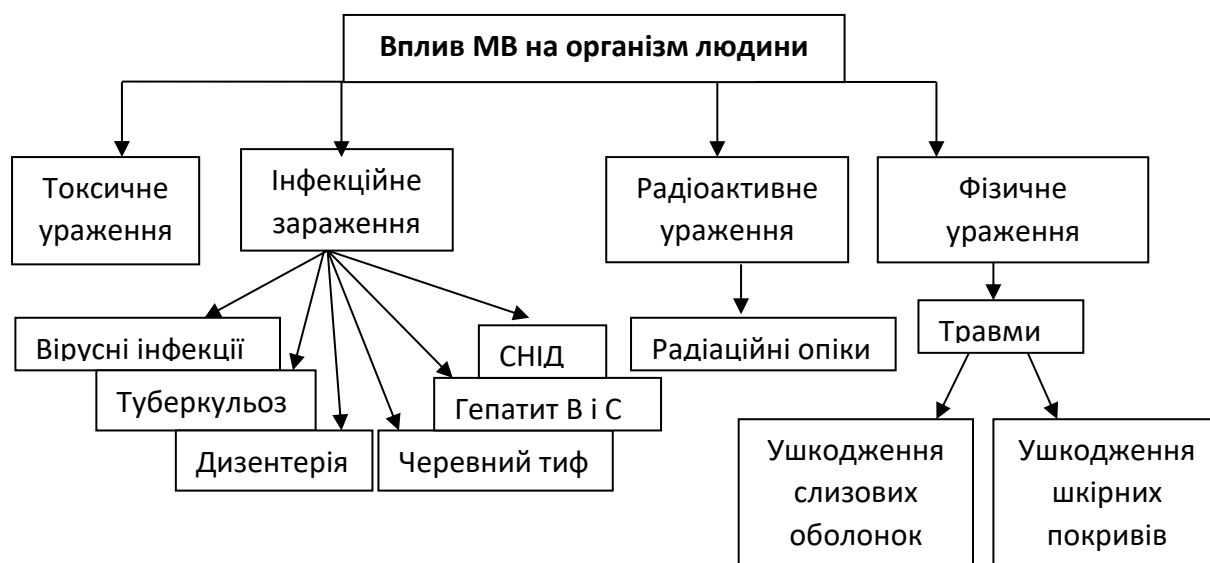


Рисунок 1 – Вплив медичних відходів на організм людини

За даними Державної служби статистики України на 2020 рік утворилось 1,1 тис. т. відходів від медичної допомоги та біологічних [7]. Однак, лише 10–25 % усіх відходів лікарень чи інших медичних установ вважаються небезпечними. При правильному сортуванні та зберіганні, більше 80% відходів є безпечними та можуть бути перероблені або захороненні на полігоні ТПВ (рис. 2).

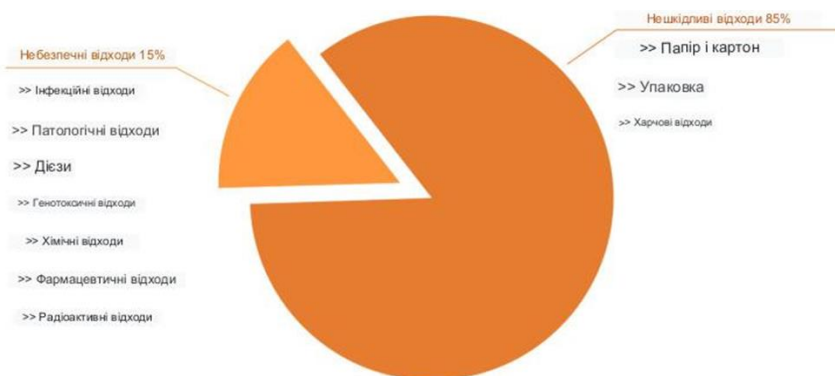


Рисунок 2 – Нормативний склад відходів у медичних установах [8]

На жаль, сьогодні немає цілісної налагодженої системи, яка б забезпечувала всі етапи поводження з МВ. Не існує також єдиних правил утилізації МВ, оскільки вони розрізняються для кожного типу відходів. Це пов'язано з тим, що МВ дуже специфічні і мають свою класифікацію за ступенем небезпеки (табл. 1). Слід зазначити, що згідно наказу [9] кожна категорія має збиратись та зберігатись окремо, у спеціальних ємностях, мати маркування та ні в якому разі не перемішуватись.

Таблиця 1 – Класифікація медичних відходів [8]

Категорія	Опис
Категорія А	епідемічно безпечні медичні відходи
Категорія В	епідемічно небезпечні медичні відходи
Категорія С	токсикологічно небезпечні медичні відходи
Категорія D	радіологічно небезпечні медичні відходи

Виглядає все просто, але небезпечні відходи медичних закладів та фармацевтичних підприємств продовжують потрапляти на полігони та у навколишнє середовище. Відповідь проста, система буде працювати так, як повинна лише тоді, коли буде достатнє фінансування, у лікарнях буде достатньо засобів для сортування, дезінфекції та зберігання різних видів відходів, коли населення перестане викидати до смітників медичні препарати та засоби, коли аптеки почнуть приймати ліки з вичерпаним терміном придатності, буде налагоджена система утилізації медичних препаратів [10].

Зазвичай поводження з МВ зводиться лише до знезараження хімічними і фізичними методами на місці їх утворення, поховання зазначених засобів на

звалищах ТПВ, змив їх у каналізацію та використання високотемпературного спалювання. При цьому не приділяється достатньої уваги забезпеченню екологічної безпеки [6].

На нашу думку, налагодження процесу поводження з медико-фармацевтичними відходами можна досягти після вирішення проблем з самою системою поводження з небезпечними відходами, тобто необхідне створення комплексної системи управління, яка забезпечить удосконалення законодавчо-нормативної бази, підвищення обізнаності як фахівців, які працюють в даній сфері, так і широких верств населення, а також створення інфраструктури (пунктів збирання, установок з утилізації та знешкодження) тощо.

Література

1. Закон України «Про управління відходами» № 2849-IX від 13.12.2022/URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text> (дата звернення 11.10.2023)
2. Небезпечні медичні відходи. - [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://nmt.com.ua/blog/tpost/2km5svyng1-nebezpechn-medichn-vdhodi>
3. Сталінська І. В., Абазін О. Зниження екологічного ризику при поводженні з побутовими медичними відходами. Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Технічні науки. Рівне, 2020. Випуск 1 (89). С. 74-83.
4. Сталінська І.В., Хандогіна О.В. Екологічні проблеми поводження з медичними та фармацевтичними відходами. International scientific and practical conference «Ideas and innovations in natural sciences»: conference proceedings, March 12–13, 2021. Lublin : Izdevnieciba «Baltija Publishing», С. 107–111.
5. WebMD. What Is Medical Waste? – URL: <https://www.webmd.com/a-to-z-guides/what-is-medical-waste> (дата звернення 11.10.2023)
6. Сталінська І. В. Проблеми екологічної безпеки утилізації медичних відходів. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. Львів, 2018. Том 28 № 2, С. 91–94.
7. Державна служба статистики України. Утворення та поводження з відходами I–IV класів небезпеки за категоріями матеріалів. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/ns/upvI_IV/arch_upvI_IV_u.html (дата звернення 14.10.2023)
8. E. Janik-Karpinska, R. Brancaloni, M. Niemcewicz, W. Wojtas, M. Foco, M. Podogrocki, M. Bijak. Healthcare Waste—A Serious Problem for Global Health. Національний центр біотехнологічної інформації. National Library of Medicine. 2023р. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9858835/> (дата звернення 21.10.2023)
9. Наказ МОЗ України № 325 від 08.06.2015 «Про затвердження Державних санітарно-протиепідемічних правил і норм щодо поводження медичними відходами» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0959-15#Text> (дата звернення 16.10.2023)
10. Всеукраїнська екологічна кіга. Проблеми утилізації медичних відходів в Україні. – URL: <https://www.ecoleague.net/pres-tsentr-vel/novyny/2017-rik/serpen/item/1322-problemy-utylyzatsii-medychnykh-vidkhodiv-v-ukraini> (дата звернення 11.10.2023)

ВИЗНАЧЕННЯ БІОТИЧНОГО ІНДЕКСУ МУЛУ (SBI) ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ БІОЛОГІЧНОЇ ОЧИСТКИ СТИЧНИХ ВОД В АЕРОТЕНКАХ

ТКАЧЕНКО С. О., ЮРЧЕНКО В. О.

Харківський національний університет міського господарства

імені О. М. Бекетова

tkachenkosvetlana98@gmail.com

Ключовою ланкою надзвичайно складного процесу перетворення забруднених, екологічно небезпечних й токсичних рідких відходів – промислових або побутових стічних вод в чисту, екологічно безпечну, біологічно повноцінну воду є біологічна очистка, яка на більшості очисних споруд в Україні здійснюється при обробці стічних вод активним мулом в аеротенках [1].

Життєдіяльність активного мулу в установках біологічного очищення стічних вод забезпечує сорбцію і окисну деструкцію забруднюючих речовин та ефективне відділення очищеної рідини від біомаси [2]. Технологічний контроль процесу біологічної очистки здійснюється з допомогою кількісного гідрохімічного та фізико-хімічного моніторингу якості стічних вод за вмістом хімічного забруднення, а також тільки якісного описового мікроскопічного аналізу мулу на вміст індикаторних мікроорганізмів (гідробіологічний контроль). Існує потреба в простому та доступному інструменті для кількісної оцінки якості активного мулу, який разом із тестом на седиментацію мулу та візуальним оглядом мулу й стічних вод дозволить технологу ефективно контролювати очисну споруду.

За даними науково-технічних публікацій, європейські фахівці в області біологічної очистки стічних вод спираються на визначення біотичного індексу активного мулу, розробленого Мадоні [3, 5–6]. Основою такого підходу є добре описаний кількісний зв'язок між ефективністю очищення стічних вод і різними групами мікрофауни активного мулу. Аналіз мікрофауни як індикатора роботи активного мулу, ідентифікація домінантної групи (ключової групи) дозволяє діагностувати конкретний стан функціональності очисної споруди [7].

Метою дослідження було визначення біотичного індексу активного мулу (SBI) діючих споруд біологічної очистки в Україні та аналіз взаємозв'язку цього

показника з рядом експлуатаційних характеристик мулу та процесу очищення стічних вод.

Об'єктом дослідження був активний мул з аеротенку міських очисних споруд м. Харкова. Спостереженні виконували протягом 5 місяців. Визначення SBI виконували за [8], мулового індексу, сухого залишку та концентрації H_2S – за методиками, рекомендованими нормативними документами України. Визначення індексу нитчастих виконували за рекомендаціями Д. Ейкельбума [2], автора найпоширеніших робіт щодо нитчастих мікроорганізмів. Статистичний аналіз було виконано в програмному продукті Microsoft Excel.

Показники якості активного мулу на деяких етапах в динаміці спостережень представлені в табл. 1. Як видно, на початку спостережень відбувалось дуже інтенсивне спухання активного мулу і мул мав надзвичайно високий муловий індекс та максимальний індекс нитчастих. При цьому в активному мулі спостерігалась бідність видового складу найпростіших та їх чисельності. SBI активного мулу мав значення 3,5, що відповідає класу IV – III, який, за визначеннями Мадоні, забезпечує погану або недостатню біологічну очистку.

Таблиця 1 – Показники якості активного мулу в динаміці спостережень

Показники	Дати відбору проб			
	08.07	24.10	27.11	08.12
SBI і клас SBI	3,5 / IV – III	6 / II	7 / II	7,7 / II – I
Муловий індекс	650	500	180	130
Індекс нитчатих	5	3	2	0–1

В подальшому спухання активного мулу було подолано, SBI мулу зріс і наприкінці спостережень мав значення 7,7 (клас II – I), що відповідає, за Мадоні, якості добре колонізований та стабільний мул. В цей період і інші показники свідчили про високу якість активного мулу – муловий індекс – 130, а індекс нитчастості досяг практично 0. Різні методи оцінки якості мулу кількісно характеризували його практично одноголосно.

В закордонних наукових публікаціях щодо SBI дуже часто визначали кореляцію між SBI та технологічними показниками активного мулу й показниками складу стічних вод. Результати розрахунку коефіцієнта кореляції SBI в дослідженому нами аеротенці з деякими параметрами очистки приведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Визначення кореляції SBI з деякими показниками стану активного мулу й показниками складу стічних вод

	SBI	H ₂ S, мг/л	SI, мг/л	Індекс нитчастих, мг/л
SBI	1	-0,791	-0,721	-0,981
H ₂ S (вхід)	-0,791	1	0,672	0,821
Муловий індекс	-0,721	0,672	1	0,838
Індекс нитчастих	-0,981	0,821	0,838	1

Як видно з даних табл. 2, серед показників якості активного мулу, SBI достовірно негативно корелював з муловим індексом ($r=-0,721$) та індексом нитчастих ($r=-0,981$). Отже, під час спухання активного мулу (через інтенсивний ріст нитчастих бактерій) спостерігається негативний вплив на мікробіоценоз активного мулу (а, саме, мікрофауну). Виявлена також достовірна кореляція між SBI та забрудненням стічних вод – концентрацією H₂S на вході в очисні споруди ($r=-0,791$). Концентрація H₂S на вході в очисні споруди достовірно корелювала з муловим індексом ($r=0,672$) і індексом нитчастих ($r=0,821$). Це зумовлено тим, що в досліджуваній очисній споруді нитчасте спухання було викликано масовим розвитком сірчаної бактерії, для якої сірководень є субстратом для енергетичного обміну. А, отже, збільшення вмісту цієї речовини в стічних водах може викликати спухання мулу.

Отже, в результаті проведених досліджень можна зробити висновок, що біотичний індекс мулу SBI демонструє взаємозв'язок з ключовими показниками, що характеризують якість активного мулу та є зручним інструментом для технологічного контролю процесу біологічного очищення стічних вод та прогнозу його результативності.

Література

1. Dymaczewski, Z. (Ed.) A Sewage Treatment Plant Operator's Guide; PZITS Poznań: Poznań, Poland, 2011; ISBN 978-83-89696-38-X.
2. Eikelboom, D. H. Process Control of Activated Sludge Plants by Microscopic Investigation / D. H. Eikelboom. - London: IWA Publishing, 2000. - 163 p. - Corpus ID: 90987765. – ISBN-13: 978-1780406831, ISBN-10: 1780406835
3. Karczmarczyk, A.; Kowalik, W. Combination of Microscopic Tests of the Activated Sludge and Effluent Quality for More Efficient On-Site Treatment. Water 2022, 14, 489. <https://doi.org/10.3390/w14030489>
4. Бабко Р., Кузьміна Т., Дуда С., Добровольська А., Лагуд Г. Оптимізація методу підрахунку організмів в активному мулі. Water Supply and Wastewater Removal. Designing, construction,

operation and monitoring: Proceedings of the I International Scientific – Technical Conference. Lviv, 4–6 November 2015. Lviv, 2015. P. 55–56.

5. Ostoich, M.; Serena, F.; Zacchello, C.; Falletti, L.; Zambon, M.; Tomiato, L. Discharge Quality from Municipal Wastewater Treatment Plants and the Sludge Biotic Index for Activated Sludge: Integrative Assessment. *Water Pract. Technol.* 2017, 12, 857–870.

6. Drzewicki A., Kulikowska D. Limitation of Sludge Biotic Index application for control of a wastewater treatment plant working with shock organic and ammonium loadings. *European Journal of Protistology*, 2011, 47, 287–294.

7. Madoni, P. A Sludge Biotic Index (SBI) for the Evaluation of the Biological Performance of Activated Sludge Plants Based on the Microfauna Analysis. *Water Res.* 1994, 28, 67–75.

ANALYSIS OF POLLUTION CONTROL EQUIPMENT FOR THE DUST REMOVAL FROM FEED MILLS

TOKAR I. O., LEVASHOVA Y. S., MELNIKOVA O. G.

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kkarkiv
mikhoksana82@gmail.com

In the production of animal feed, factories mostly use only natural ingredients, which by their nature do not harm either the production or its employees. It seems that the preparation and processing stages of raw materials cannot be harmful, but then there is the issue of waste, most often small parts of raw materials and dust, which, without the necessary protective equipment, in large or even small quantities can be harmful to those working indoors, causing irritation of the mucous membrane or, in the worst case, lung disease, and dust emissions can be explosive under certain conditions. Dust and gas cleaning units or gas cleaning units are equipment for dust protection. The plants are the complex of structures designed to remove, transport and capture pollutants from the gas and dust stream discharged from the equipment. They include: cyclones, aspiration and pneumatic transport. Cyclones and fabric filters are most effective in feed production [1].

Cyclones for grain dust collection of the TsOL, TsN-15, SCN-40, TsN-11, VZP, TsR TsRk, OTI, 4BTSh and LIOT types [2].

The TsOL cyclone is designed specifically for cleaning air masses in agricultural industries, at elevators, feed mills, grain dryers, and granaries. Cyclones of the TsN-15 type are one of the most versatile units The SCN-40 cyclone consists of all types of universal cyclones in different countries and partially in Ukraine. This unit operates in

conditions of high concentration of fine dust and is 2.5 times more efficient than the TsN-15 cyclone. It is also used to handle larger than average dust. The TsN-11 cyclone is practical and not subject to abrasive conditions. Higher quality air treatment and purification from small particles is possible due to the fact that the inlet is located at an angle. Today, having passed all stages of modernisation, VZP dust collector cyclones are widely used in aspiration and pneumatic conveying systems as dust collecting units for cleaning gas-air mixtures from medium and fine grain dust. This cyclone is considered to be twice as efficient as the TsN-15. Cyclones for grain dust collection are primarily convenient because they use much less electricity than other dust collectors and have a low level of resistance, varying from 700 to 900 Pa. The cyclone CRk is a more modern and upgraded version of the cyclone CR. This model is distinguished by the angle of air inlet to the unit and a shortened design. OTI cyclones are designed and developed to separate air mixtures from grain waste. The main advantage of the OTI type unit is its resistance to fluctuations in air flows at the plant inlet. 4BTSh cyclones are usually used as a group of units that are also assembled into battery plants. The main feature of LIOT cyclones is that they were among the first to be used as filters for cleaning aspiration air [2, 3].

Cyclones for grain dust provide cleaning efficiency from grain dust up to 99%, it all depends on the nature, dispersed composition and other features of the dust: hygroscopicity, low density, multi-component, etc., the conditions of dust particles spreading in air flows [3].

Fine grain dust, like any other dust, settles much more slowly, and especially fine dust may not settle at all. The most important issue of dust emission – the choice of dust collectors – is based on the dispersed composition of the dust.

A properly selected, designed and manufactured cyclone can reduce emissions by up to 90% in most cases.

Literature

1. Belova T.I., Agaskov E.M., Chernova E.G., Terekhov S.V. Ensuring the protection of the environment at the combined feed mills. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 698. doi:10.1088/1757-899X/698/7/077064
2. Smolnikov D.O. Modernisation of the aspirational systems. Journal Kombikorma [Combine feed]. 2016. Vol. 1 P. 62 – 64.
3. Xiaochuan L., Qili W., Qi L., Yafei H. Developments in studies of air entrained by falling bulk materials Journal Powder Technology. 2016. Vol. 291. P. 159–169.

ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБ'ЄКТУ НА СТАН МІСЬКОГО ПОВІТРЯНОГО БАСЕЙНУ

ХАШИМЗАДА РЗА ЗУЛФУКАР ОГЛИ

Одеський державний екологічний університет

safranov@ukr.net

Житлово-комунальний комплекс України – одна з найважливіших структур економіки, що відповідає за життєзабезпечення населення. Структурування за муніципальними утвореннями підкреслює розбіжності в умовах функціонування його окремих складників. Але стан комунальної теплоенергетики є тим чинником, що об'єднує характеристики різних міст України та негативно впливає на якість та комфортність життя населення, на можливість забезпечення його безпечною, доступною та стійкою енергією.

Основними забруднювачами повітряного басейну міст України є різні галузі промисловості, в тому числі теплоенергетика. Теплоенергетика на органічному паливі є також одним із головних джерел викидів парникових газів. За даними статистичної форми 2-ТП (повітря), у 2015 році при виробництві і розподіленні тепла викинуто 12 028,4 тис. т CO₂, 0,3 тис. т CH₄ та 1,5 тис. т N₂O [1]. Саме тому вкрай важливим завданням є системне та постійне вжиття заходів, пов'язаних зі збереженням, поліпшенням та відновленням стану повітряного, запобіганням та зниженням рівня його забруднення та впливу на забруднюючих речовин (ЗР).

Як зазначається в Законі України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» [2], забруднення атмосферного повітря є однією з найгостріших екологічних проблем. На сьогодні рівень забруднення атмосферного повітря є високим, незважаючи на спад виробництва в Україні та зниження обсягів викидів стаціонарних джерел у 2020 році по Україні на 91,0 тис. т або на 2,22 % у порівнянні з 2019 роком.

Наприклад, у Житомирській області у 2020 році в повітряний басейн надійшло 74,91 тис. т. забруднюючих речовин (ЗР), що на 1,47 тис. т (2 %) більше ніж у 2019 році. При цьому на стаціонарні джерела викидів ЗР в повітряний басейн в припало 15,75 % сумарних обсягів викидів, а на пересувні – 84,24 %. Загальний обсяг викидів ЗР в атмосферне повітря стаціонарними джерелами у 2020 році становив 11 819,4 т, з яких, зокрема, CO₂ – 0,7 млн. т CH₄ – 3 259,3 т та NO_x – 1 443,3 т. Велику частку обсягів викидів від загальної становили викиди оксиду вуглецю –

17,71 %, сполуки азоту (16,2 %) та сірки (6,4 %). Найбільший внесок у забруднення повітряного басейну припадає на техногенні об'єкти міста Житомир – 1,626 тис. т (13,69 % від загального обсягу по області) [3].

Серед забруднювачів повітряного басейну міста 14,0 % (226,67 т/рік) викидів ЗР припадало на комунальне підприємство «Житомиртеплокомуненерго», що спеціалізується на виробництві тепла для потреб житлового сектору та адміністративних установ міста. Це підприємство має такі виробничі дільниці: котельні міста, зварювальна дільниця, верстатний парк, склад паливно-мастильних матеріалів, акумуляторна.

Основне обладнання підприємства (котлоагрегати, енергетичні котли, водогрійні котли) є головними джерелами викидів шкідливих речовин – понад 1 675 т/рік (у т.ч. оксиди Fe – 0,00004, сполуки Mn – 0,01518, N₂O – 441,42979, H₂SO₄ – 0,00003, CO – 1 232,90225, бензин – 0,16118, вуглеводні (C₁₂–C₁₉) – 0,00004, емульсор – 0,02675 т/рік).

Викиди допоміжного виробництва такі: NO₂; CO; емульсор (вода – 97,6 %, нітрит натрію–0,2 % та ін.); вуглеводні насичені C₁₂–C₁₉; фториди (фтористий водень, 4-фтор. кремній); заліза оксид, марганець та його сполуки H₂SO₄, бензин тощо.

Дане підприємство згідно відноситься до II-ї категорії небезпечності Розміри санітарно-захисної зони (СЗЗ) для даного підприємства не регламентуються по ДСП 173-96 (Державними санітарними правилами планування і забудови населених пунктів), степінь впливу підприємства на повітряний басейн оцінюється по факту забруднення та результатам розсіювання ЗР в приземному шарі атмосфери, тобто уточнити розмір СЗЗ з урахуванням рози вітрів немає необхідності.

Пропонуються рекомендації по зменшенню забруднення повітряного басейну котельнями міста, суть яких полягає в тому, що за допомогою заміни газового пальника БІГ-2 на подовий щільниковий пальник на котлоагрегаті ТВГ-8М, забезпечується зменшення об'єму ЗР в повітрі. При цьому не лише зменшується забруднення атмосфери, а й підвищується ККД котлоагрегатів.

Література

1. Нечаєва Т.П., Шульженко С.В., Сас Д.П., Парасюк М.В. Фактори екологічного впливу електроенергетичних об'єктів на довкілля. Проблеми загальної енергетики. 2008. №18. С. 54–60.

2. 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: 16.09.2023).

3. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Житомирської області у 2020 році. URL: <https://eprdep.zht.gov.ua/Regionalna%20dopovidj%202021.pdf> (дата звернення: 16.09.2023).

ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЧИЩЕННЯ ПОВЕРХНЕВОГО СТОКУ З ТЕРИТОРІЙ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ ВІД НАФТОПРОДУКТІВ

ЧИРКОВ М. О., МЕЛЬНИКОВА О. Г.

*Харківський національний університет міського господарства
імені О.М.Бекетова
mikhoksana82@gmail.com*

Експлуатація міських доріг призводить до значного погіршення екологічної рівноваги та неухильного зростання антропогенного навантаження на довкілля. Автомобільні дороги здійснюють негативний вплив не тільки на атмосферне повітря та ґрунтові природні екосистеми, але й на поверхневий стік з проїжджої частини прилеглих до них територій [1].

Беручи до уваги фактори, що формують поверхневий стік, характер і ступінь його забруднення мінеральними та органічними речовинами різного генезу, пріоритетними значеннями, на які слід спиратися при виборі технологічної схеми очищення поверхневих стоків з автомобільних доріг, є концентрація завислих речовин (ЗР) та нафтопродуктів (НП). Завислі речовини – це практично нерозчинні поліютантани, що присутні в поверхневих стічних водах у формі грубої суспензії з розміром частинок понад 100 мкм та у вигляді тонкої суспензії з розміром частинок 100 – 0,1 мкм. Колоїдні забруднювачі у стічних водах характеризуються розміром частинок 0,1 – 0,001 мкм. НП – це, циклічні та ароматичні вуглеводні, альдегіди, кетони та інші органічні сполуки. Вони надходять у придорожнє довкілля у вигляді відпрацьованих газів транспортних засобів, аерозолів, дрібнодисперсного пилу та ін. і активно абсорбуються твердими частинками, що входять до складу ЗР [1, 2].

Обрання методів обробки та параметрів очищення ґрунтується на технологічному аналізі стічних вод, що передбачає визначення кінетичних характеристик вилучення шкідливих речовин при різних методах очищення. У

найсучасніших технологіях очищення дорожніх змивів провідне місце посідають механічні процеси очищення: відстоювання та фільтрування [2, 3].

Метою роботи є дослідження адсорбційного розподілу НП поміж твердою (S) та рідкою (вода) складовими поверхневого стоку з автомобільних доріг, з наступною оптимізацією технологічних процесів механічного очищення.

Об'єктом дослідження слугували поверхневі стічні води, які були відібрані з дорожнього полотна вул. Сумської в м. Харкові. Відібрані поверхневі стічні води були досліджені на вміст ЗР та НП. Вміст ЗР визначали методом фільтрування визначеного об'єму досліджуваних стічних вод через відповідний фільтр з відомою масою, після чого фільтр з ЗР сушили до постійної маси, вимірювали його масу і за різницею обчислювали концентрацію ЗР в 1 дм³ стічних вод. Концентрацію НП встановлювали гравіметрично за стандартними методиками [3].

В ході проведення експериментальних досліджень вдалось встановлено клнцентраці. ЗР ($C_{ЗР}$, мг/дм³), вміст НП у ЗР ($C_{НП у ЗР}$, мг_{НП}/мг_{ЗР}), концентрацію НП у похідній пробі в якій була вилучена мінеральна складова (пісок), це вдалось дослідити, через те що часточки піску досить важкими і осідають у перші 40 секунд після відбору проби, а також вдалось дослідити вміст НП у пробі після фільтрування ($C_{НП ф. п.}$, мг/дм³), власне після повного вилучення ЗР. На підставі отриманих в ході проведеного експерименту даних, вдалось розрахували загальний вміст НП у пробі ($C_{НП}$, мг/дм³) за формулою:

$$C_{НП} = C_{НП у ЗР} \cdot C_{ЗР} + C_{НП ф. п.}$$

Як бачимо з отриманих експериментальних даних (табл.) після фільтрування ефект видалення НП зі стічних вод становил 86,7% для нативної проби із ЗР, та 53,4% для проби після фільтрування, де були вилучена мінеральна складова. Отже за отриманими результатами можна засвідчити, що мінеральна складова (пісок) відбирала на себе 33,3% НП.

Таблиця – Розподіл НП у різних фазах стічних вод

Вміст ЗР, мг/дм ³	Вміст НП у ЗР, мг _{НП} /мг _{ЗР}	Вміст НП у пробі, мг/дм ³	Вміст НП у фільтрованій пробі, мг/дм ³	Загальний вміст НП у пробі, мг/дм ³
1330	0,46	200*	93,3	705,1**

* – похідна проба, за виключенням мінерального залишку у вигляді піску.

** – розрахункові данні.

Отже, проведені експериментальні дослідження вказують на те що етап фільтрування стічних вод при механічній очистці є достатньо ефективним і таким чином значно покращує загальний ефект очистки поверхневих стічних вод території автомобільно-дорожнього полотна від НП.

Література

1. Zoker M.E., Karim S., Kargbo B., Kemoh R. Impacts of road constructions on ecological biodiversity and livelihood in Sierra Leone. Resaerch Gate. 2022. Vol. 3. Issue3. P. 280–296. DOI:[10.54660/anfo.2022.3.3.18](https://doi.org/10.54660/anfo.2022.3.3.18)
2. Gillis, P., Parrott, J., Helm, P.: Environmental Fate and Effects of Road Run-Off. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 82, 159–161 (2022). <https://doi.org/10.1007/s00244-021-00906-3>
3. Iurchenko, V., [Melnikova](#), O., Mykhailova, L., [Lebedeva](#), E. Supporting of Ecological Safety of Run-off from the Territory of Objects of Road Infrastructure, Contaminated by Petroleum Products. TRANSBALTICA XI: Transportation Science and Technology, pp.10–17 (2020) DOI: [10.1007/978-3-030-38666-5_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-38666-5_2)

ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА І ТРАНСФЕР ЗНАНЬ

ГЕЙМІФІКАЦІЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ ЯК ЗАСІБ ОРГАНІЗАЦІЇ КОЛЕКТИВНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТА РЕАЛІЗАЦІЇ КОМПЛЕКСНИХ ПРИРОДООХОРОННИХ ПРОЕКТІВ

ХУДЯКОВА М. В.

*Харківський національний університет міського господарства імені О. М.
Бекетова*

sontaritsmyhome@gmail.com

На кожному етапі історичного розвитку суспільства виникає потреба включати нові елементи до змісту освіти, а саме тієї, від здобуття якої залежить подальший прогресивний розвиток усього людства. Сьогодні одним із таких елементів – екологічна освіта. Оскільки між об'єктивними вимогами суспільства до певного рівня екологічних знань і недостатніми екологічними знаннями кожної окремо взятої людини виникають серйозні розбіжності [1]. Здобутті екологічної освіти кожним членом суспільства – одна зі стратегічно важливих цілей, яка входить як до Цілей сталого розвитку, так і місцевих екологічних ініціатив [2, 3].

Екологічна освіта – це процес систематизованих знань, набуття навичок і формування ставлення до цієї сфери. Екологічна освіта сприяє:

- покращенню розуміння суспільством екологічних проблем глобального та локального масштабу і спільному пошуку рішень [3, 4];
- набуванню знань, умінь і навичок, необхідних для охорони та покращення стану довкілля;
- спонукає членів суспільства оцінювати й пояснювати процеси, що відбуваються в природі, розуміти взаємовідносини людини й природи, спрогнозувати можливі зміни довкілля як результат людської діяльності;
- сприяє формуванню раціонального ставлення до наявних ресурсів та виникненню почуття відповідальності за навколишнє середовище;
- розвиває вміння використовувати набуті знання, приймати виважені рішення та втілювати їх у життя заради збереження та охорони природних

ресурсів, що є основою для формування екологічно активної життєвої позиції [5].

Наразі висока концентрація інформації та знань, вимагає швидкого осмислення та знаходження рішення, через що інформація, що не має високої зацікавленості перед аудиторією – зникає з поля зору. Саме тому важливо для засвоєння екологічних знань наразі застосовувати інтерактивні методи з емоційним забарвленням.

Інтерактивні методи навчання підвищують пізнавальну активність, посилюють діяльнісний підхід в навчанні та реалізацію спільної діяльності, спрямовані на кооперативну обробку навчальної інформації зі здобуттям нових знань для кожного учасника процесу навчання [6].

Гейміфікація – один з інструментів інтерактивного методу навчання, у якому за допомогою ігор учасники залучаються до розв'язання задачі та набувають необхідні компетенції. Виявлено, що існують емпіричні докази того, що ігри можуть бути ефективні засоби для покращення навчання та розуміння складного предмета [7].

Метод навчання з застосування ігор може відігравати важливу роль посилюючи залучення учасників. Загальним результатом є покращення якості засвоєння знань на довгостроковий період, що важливо для прийняття колективних природоохоронних рішень у післявоєнному відновленні України.

Література

1. Emšteins R. Vides pārvaldes un izglītības programma “Local Agenda 21”: Pašvaldību un sabiedrības tālākizglītība un līdzsvarota attīstība / Kudreņickis I. u.c. // LU Zinātniskie raksti. R.: LU, 1995. 15. 22.1
2. Resolution Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development 2015 (General Assembly of the United Nations). URL: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/9824/-Transforming_our_world_the_2030_Agenda_for_Sustainable_Development-2015TransformingOurWorld_2015.pdf?sequence=3&isAllowed=3 (access date: 13.10.2023).
3. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року: Закон України від 28.02.2019 р. № 2697-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text> (дата звернення: 13.10.2023).
4. Laizāne I. Ekoloģiskās izglītības aktualitāte un tās iespējamie risinājuma ceļi // Environment. Technology. Resorces 1999. – R.: LU, 1999. 79–83.
5. Dillon J., Herman B. Environmental Education. Handbook of Research on Science Education, 2023, 246 p.

6. Чорна, І., Мельничук, Л., Татарин, О. Використання інтерактивних технологій в освітньому процесі під час викладання природно-математичних дисциплін. Молодий вчений. 2022, 6 (106), 61–64. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2022-6-106-13>
7. Kapp K. M. The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education, Pfeiffer, 2012. 154 p.

ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА І ЕКОЛОГІЧНЕ ВИХОВАННЯ ЯК ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ

УРЕНОВА А. С., КЛЕЄВСЬКА В. Л.

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського

«Харківський авіаційний інститут»

a.s.urenova@student.khai.edu

Існуюча екологічна ситуація підтверджує необхідність негайної перебудови мислення кожної окремої людини і суспільства в цілому, формування екологічної свідомості та екологічної культури. Саме тому екологічна освіта і екологічне виховання мають стати пріоритетними напрямками в освітньому процесі [1]. Досвід Європейських країн демонструє можливість покращення стану навколишнього природного середовища, базуючись на принципах екологічної політики держави, високому рівні екологічної культури, активній позиції суспільства в природоохоронній діяльності. Але досягнення високого рівня екологічної культури є неможливим без впровадження екологічної освіти та екологічного виховання.

Згідно з Концепцією екологічної освіти України, «...підготовка громадян з високим рівнем екологічних знань, екологічної свідомості і культури на основі нових критеріїв оцінки взаємовідносин людського суспільства і природи (не насильство, а гармонійне співіснування з нею), повинна стати одним з головних важелів у вирішенні надзвичайно гострих екологічних і соціально-економічних проблем сучасної України» [2].

Основною метою екологічної освіти є формування екологічної культури окремих осіб і суспільства в цілому, формування навичок, фундаментальних екологічних знань, екологічного мислення і свідомості, що ґрунтуються на ставленні до природи як універсальної, унікальної цінності.

Головні завдання екологічної освіти:

- формування екологічної культури усіх верств населення;
- підготовка фахівців-екологів для всіх галузей народного господарства;
- вдосконалення, узгодження і стандартизація термінології в галузі екологічних знань.

В основу екологічної освіти покладено принципи гуманізму, науковості, неперервності, наскрізності та систематичності.

Екологічна освіта є сукупністю таких компонентів: екологічні знання, екологічне мислення, екологічний світогляд, екологічна етика, екологічна культура. Кожному з цих компонентів відповідає певний рівень екологічної зрілості: від елементарних екологічних знань, уявлень дошкільного рівня до їх глибокого усвідомлення і практичної реалізації на вищих рівнях.

Екологічна освіта – організовані зусилля для вивчення особливостей функціонування природних середовищ та, зокрема, здатності людини керувати поведінкою та екосистемами для сталого розвитку та життя [3]. Екологічна освіта – це свідомий і планомірний розвиток знань про навколишнє середовище протягом усього життя [4]. Екологічна освіта – це тільки набуті людиною екологічні знання, надзвичайно важливим стає екологічне виховання особистості, яке передбачає формування у неї особливої екологічної моралі, етики взаємин людини з природою. Екологічна мораль і екологічна етика є глибоко гуманістичними за своєю сутністю, вони – найдієвіше чинники, що контролюють екологічну благополучність.

Вислів Антуана де Сент-Екзюпері із збірки нарисів «Планета людей» «Всі ми пасажери одного корабля на ім'я Земля, отже, пересісти з нього просто нікуди» має довести суспільству, що воно є невід'ємною частиною нашої планети, і все, що відбувається з нею, відбувається і з нами, її мешканцями.

Екологічне виховання – це вплив на почуття людей, їх погляди з метою підвищення свідомості, прищеплення дбайливого ставлення до природи, інтересу і заклопотаності екологічним станом і розвитку усвідомленої і моральної поведінки в природному середовищі. Екологічно освічена і екологічно вихована людина має розуміти, що природа – така ж жива істота, як і сама людина. Сили природи є великими, але, нажаль, обмеженими, і нерозумні дії суспільства можуть призвести до глобальних катастрофічних наслідків не тільки для навколишнього середовища, а й для людства. Саме тому надзвичайно важливо виховувати дбайливе, розсудливе ставлення до природи з наймолодшого віку.

Головними складовими системи екологічної освіти та виховання мають бути її формальна і неформальна частини. Одним з прикладів є відзначення щороку 26 січня всесвітнього дня екологічної освіти, що бере свій початок з Декларації Конференції ООН з навколишнього середовища 1972 року, яка окреслила необхідність критеріїв і загальних принципів, щоб запропонувати людям світу натхнення та вказівки для збереження та покращення навколишнього середовища [5]. Програмами ООН ЮНЕСКО та ЮНЕП було створено декларації, які окреслюють напрямки екологічної освіти: Стокгольмська декларація (1972 р.), Белградська хартія (1975 р.), Тбіліська декларація (1977 р.). На конференції ООН з навколишнього середовища в Ріо-де-Жанейро (1992 р.), яка отримала назву Самміт Землі, було обговорено концепцію сталого розвитку і прийнято декларацію, в якій перераховано 26 принципів збереження навколишнього середовища, якими керуються і зараз. Саме тоді було підкреслено величезне значення екологічної освіти в реалізації стратегії виживання та сталого розвитку людства.

Існує багато позитивних прикладів реалізації концепції екологічної освіти. У шістдесятих-сімдесятих роках минулого століття Німеччина була однією з найбільш забруднених країн Західної Європи. Розвинена промисловість та величезна кількість підприємств безумовно позначались на стані навколишнього природного середовища. Вирішити цю проблему мало здобуття екологічної освіти кожним жителем Німеччини з раннього віку. У середині вісімдесятих років ХХ століття в ФРН було прийнято концепцію екологічної освіти, відповідно до якої юні громадяни починали здобувати таку освіту починаючи з дитячого садку. Навчання продовжувалося і в школі, де уроки екології було включено до програми протягом всього періоду навчання. Ця програма існує і зараз – дітей вчать роздільному збиранню сміття та інформують про те, як діяльність людини впливає на стан довкілля.

У Шотландії, Північній Ірландії, Бельгії, Люксембурзі в програмі початкової школи є обов'язкова дисципліна, на якій вивчають екологічні проблеми. Це «Заняття у Природі» в Шотландії, «Навколишнє середовище та суспільство» у Північній Ірландії, «Вікно у Світ» у Бельгії, «Вступ до науки» у Люксембурзі. На таких уроках діти вивчають питання охорони природи, а також екологічної етики. В Сполучених Штатах Америки та в Японії окремого предмету «Екологія» немає, однак природоохоронні питання розглядаються в

межах інших дисциплін. Також існують шкільні гуртки, літні табори, проводяться екскурсії екологічного спрямування.

Екологічна освіта є важливим процесом для усвідомлення суспільством своєї відповідальності за стан навколишнього середовища. Однак лише екологічних знань із захисту довкілля, якщо вони не втілюються на практиці, не достатньо. Екологічне виховання має вирішальне значення для підвищення свідомості населення в питаннях, пов'язаних з охороною природи.

Література

1. Екологічна освіта для сталого розвитку./ О. М. Мандрик, М. С. Мальований, М. М. Орфанова // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. Науково-технічний журнал, 2019, № 1 (19). – С. 130 – 139.
2. Про концепцію екологічної освіти в Україні. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v6-19290-01#Text>. (дата звернення 15.10.2023)
3. Екологічна освіта. URL : https://uk.wikipedia.org/wiki/Екологічна_освіта.
4. Екологічне виховання молодших школярів. URL: <https://naurok.com.ua/stattya-ekologichna-osvita-177608.html> (дата звернення 12.10.2023)
5. Всесвітній день екологічної освіти – чому важливо говорити про ековиховання не лише у цей день. URL: <https://mepr.gov.ua/vsesvitnij-den-ekologichnoyi-osvity-chomu-vazhlyvo-govoryty-pro-ekovyhovannya-ne-lyshe-u-tsej-den-2/> (дата звернення 15.10.2023)

ЕКОЛОГІЧНЕ СУСПІЛЬСТВО І СТАЛИЙ РОЗВИТОК ДЕРЖАВИ

СУНЬОВА Т. Л.

Харківський національний університет міського господарства

імені О. М. Бекетова

tanyasnva@gmail.com

Одночасно з розвитком міст збільшується негативний вплив на біосферу. Кожне місто – це штучне середовище антропогенного походження, складна урбоекологічна система зі своїми специфічними умовами, створеними співвідношенням природних факторів середовища. Гострота екологічних проблем переважної більшості міст світу спонукає до пошуку нових шляхів їх вирішення [1]. Необхідно розвивати екологічне мислення і поведінку населення на шляху до сталого розвитку, для того, щоб дбайливо й відповідально ставитися до навколишнього середовища [2 – 4].

Мета роботи – дослідити формування екологічної свідомості людини та її ставлення до довкілля в умовах сучасного етапу суспільно-політичного розвитку України.

Екологічна свідомість – це сукупність екологічних знань людини, її особистого ставлення до довкілля та уявлення про місце людини у системі «людина – довкілля», готовності до дій, які дозволяють зберегти довкілля, чи готовності до утримання від дій, які заподіюють шкоду довкіллю, до підтримки чи не підтримки екологічної політики, екологічних заходів тощо. Екологічна свідомість впливає не тільки на поведінку людини, а і на систему суспільства [2 – 4].

Екологічна психологія є новим напрямом для виявлення і вирішення проблем та визначення перспектив у формуванні екологічної свідомості. Спосіб життя та середовище в якому знаходиться людина, формують її світогляд та екологічну поведінку. Запровадження принципів і правил екологічної етики у суспільне життя сприяє змінам у соціальній та особистій поведінці [3].

Розвиток суспільної екологічної свідомості в Україні покращується, незважаючи на тяжкі випробування сучасності. Соціальні мережі в українському сегменті Інтернету сприяють покращенню інформування та екологічної обізнаності населення. Громадяни України та ЄС поділяють спільні цінності та мають подібні переконання стосовно екологічної безпеки своїх держав та охорони довкілля в цілому [2].

Популяризація екологічних новин через масштабне соціально-інформаційне проектування в медіа-сфері істотно впливає на екологізацію свідомості людей. Формування екологічного світогляду у ранньому віці допомагає дитині зростати із розумінням та усвідомлювати необхідність турботи про навколишнє природне середовище. Безперервна екологічна освіта формує екологічну свідомість, моральну відповідальність та світогляд для досягнення сталого розвитку системи «людина – довкілля».

Ми провели опитування серед студентів ХНУМГ щодо їх екологічної свідомості. Результати дослідження виявилися наступними. Зв'язок з навколишнім природним середовищем є дуже важливим у сприйнятті людини і природи як одного цілого. 96% студентів збирають за собою сміття після відпочинку на природі. Не зайвим буде нагадування в місцях відпочинку – через соціальну рекламу або спеціальні позначки – про потребу не смітити. Нажаль, є проблеми у сортуванні відходів: 52 % опитуваних не мають у своєму рідному

місті/селищі спеціальних контейнерів для сортування відходів, тому вони і не сортують їх. Значна кількість (22 %) студентів мають можливість сортувати відходи при наявності спеціальних контейнерів, але цього не роблять. Причин може бути дві: це позиція людини не ускладнювати собі життя зайвими пакуваннями, сортуваннями, або – не бачити в цьому якийсь результат, тому що є багато випадків, коли людина сортує сміття, але вміст окремих сортувальних контейнерів все рівно вивозять все разом на звалище. Це підтверджує уявлення про те, що суспільні порядки впливають на нашу екологічну свідомість. Якщо людина йде по чистій вулиці, вона, скоріш за все, не буде її засмічувати. Якщо людина знає про систему вивезення відсортованих відходів, і про те, що це має певний результат, вона буде сортувати сміття. Якщо у кожному місті, кожному селищі поставити ці спеціальні контейнери, вміст яких насправді вивозять на роздільну переробку, ситуація зміниться одразу, а з нею й рівень екологічної свідомості. 82% опитуваних студентів усвідомлюють наслідки від накопичення відходів від використання «одноразових» речей і намагаються купувати речі тривалого вжитку. Більшість студентів ходять до магазину зі своїм пакетом/сумкою, щоб зайвий раз не накопичувати поліетилен. Але 10 % студентів забувають брати з собою сумку до магазину. Тому нагадування рекламою на партері «Бери з собою сумку, коли ходиш за покупками» є теж необхідним для формування екологічних звичок у повсякденному житті. Зараз у суспільстві одним із головних проявів статусу людини є вміння «встигати за модою». Але наші студенти в першу чергу керуються розумом і практичністю, тому 94% не часто замінюють побутові речі. Це стосується, зокрема, гаджетів: студенти купують якісний телефон, який служить їм багато років.

Розмови, уявлення, новини, популярність теми екології повинні звучати постійно. Не можемо похвалитися, що студенти багато розмовляють на тему екології, але 46 % – це тільки початок. Освітній та виховальний процес дає масштабний поштовх у цій сфері. Але прикрим фактом стало те, що тільки 58 % студентів вивчали предмет «екологія» у середній школі, тому не дивно, що не всі свідомі навіть найпростіших екологічних звичок та правил.

Але наше дослідження показує й позитивні результати стосовно простих елементарних речей, пов'язаних із турботою про довкілля. Звичайно, є прогалини у сприйнятті екологічної інформації та недосконалості у суспільстві, тому потрібно продовжувати розвивати екологічне мислення у суспільстві для екологічно безпечного майбутнього.

Література

1. Екологічне виховання як процес набуття екологічної грамотності та формування екологічної свідомості. URL : <https://vinps.vn.ua/?p=1753> (дата звертання: 07.09.2023)
2. Андрусевич Н. Екологічна свідомість в Україні та в ЄС, 2018. URL : <https://www.eurointegration.com.ua/articles/2018/09/24/7087297/> (дата звертання: 06.09.2023)
3. Освіта та самоосвіта. Розвиток екологічної етики та екологічної культури в Україні. <https://referatss.com.ua/work/rozvitok-ekologichnoi-etiki-ta-ekologichnoi-kulturi-v-ukraini/> (дата звертання: 04.09.2023)
4. Система правил і стандартів екологічної етики. URL : https://pidru4niki.com/84272/ekologiya/sistema_pravil_standartiv_ekologichnoyi_etiki (дата звертання: 03.10.2023)

КОНТАКТИ



Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова

вул. Маршала Бажанова, 17

м. Харків, 61002, Україна

2 поверх адміністративного корпусу, к. 226



+38 (057) 707-33-31



ecology@kname.edu.ua



<https://ecology.kname.edu.ua>



@ecology.kname



@ecology.kname



+38 (050) 866-97-46, https://t.me/ecology_kname



Електронне наукове видання

**ЕКОЛОГІЧНО СТАЛИЙ РОЗВИТОК УРБОСИСТЕМ: ВИКЛИКИ І
РІШЕННЯ В КОНТЕКСТІ ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ УКРАЇНИ**

***МАТЕРІАЛИ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ ІНТЕРНЕТ-
КОНФЕРЕНЦІЇ СТУДЕНТІВ, АСПІРАНТІВ, МОЛОДИХ ВЧЕНИХ***

(2–3 листопада 2023 р.)

Матеріали конференції подані в авторській редакції

Відповідальні за випуск *Д. В. Дядін, О. М. Дрозд*

Підп. до друку 01.12.2023. Формат 60 × 84/16.
Ум. друк. арк. 20,0.

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: office@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.