

IX МІЖНАРОДНИЙ З'ЇЗД ЕКОЛОГІВ
(За підтримки Вінницької міської ради)

**II МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ СЕМІНАР З
ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ, ПОСТМАЙНІНГУ ТА
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

IX INTERNATIONAL CONGRESS OF ECOLOGISTS
Congress Proceedings

УКРАЇНА, ВІННИЦЯ
UKRAINE, VINNYTSIA
25-27 вересня, 2024

IX МІЖНАРОДНИЙ З'ЇЗД ЕКОЛОГІВ

***II МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ СЕМІНАР
З ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ, ПОСТМАЙНІНГУ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ
ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ***

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

**Україна, Вінниця
25-27 вересня, 2024**

УДК 504+502
З–41

Видається за рішенням Вченої ради Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України

Відповідальний за випуск **В. Г. Петрук**

Рецензенти: **Клименко М. О.**, доктор сільськогосподарських наук, професор, Заслужений діяч науки і техніки України
Мальований М. С., доктор технічних наук, професор, Заслужений діяч науки і техніки України

З–41 IX Міжнародний з'їзд екологів, 25-27 вересня, 2024: збірник наукових праць [Електронний ресурс]. – Вінниця: ВНТУ, 2024. – 381 с.

ISBN 978-617-8163-22-8 (PDF)

Збірник містить наукові праці IX-го МІЖНАРОДНОГО З'ЇЗДУ ЕКОЛОГІВ за такими основними напрямками: інноваційні технології захисту навколишнього середовища та інженерія довкілля, переробка та утилізація промислових і побутових відходів, моделювання і моніторинг довкілля, геоінформаційні системи і технології, проблеми загальної екології та захисту біосфери, агроекологія та радіоекологія, прилади та методи контролю параметрів довкілля, хімія довкілля та екотоксикологія, екологія людини, соціально-економічні проблеми сталого розвитку, екологічна освіта, виховання і культура, регіональна екополітика, декарбонізація, постмайнінг, енергоефективність інфраструктури України, альтернативні (відновлювальні) джерела енергії.

УДК 504+502

ISBN 978-617-8163-22-8 (PDF)

© Вінницький національний технічний університет, укладання, оформлення, 2024

Зміст

Інноваційні технології захисту навколишнього середовища та інженерія довкілля. Переробка та утилізація промислових і побутових відходів.

<i>Antonina Maliushevska, Olena Mitryasova</i> ЕЛЕКТРОРОЗРЯДНЕ ЗНЕЗАРАЖУВАННЯ СТІЧНИХ ВОД	1
<i>Володимир Валерійович Файчук, Роман Васильович Петрук</i> ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ІНТЕГРОВАНОГО УПРАВЛІННЯ НЕБЕЗПЕЧНИМИ ВІДХОДАМИ: ВІД ЗМЕНШЕННЯ ОБСЯГІВ ДО УТИЛІЗАЦІЇ	4
<i>Володимир Валерійович Файчук, Роман Васильович Петрук, Віталій Анатолійович Іщенко</i> МЕТОД РОЗЗОСЕРЕДЖЕНОЇ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ	7
<i>Уляна Володимирівна Хром'як</i> СОРТУВАННЯ СМІТТЯ – ОBOB'ЯЗОК КОЖНОЇ ЛЮДИНИ!	9
<i>В'ячеслав Степанович Волошин, Вадим Анатолійович Бурко</i> ПРО ОДНУ ОСОБЛИВІСТЬ ЩО ЛЕЖИТЬ В ОСНОВІ ПРИНЦИПУ СТВОРЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ	12
<i>Анастасія Євгенівна Бараннік</i> ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ У М.ПІДГОРОДНЕ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ МОБІЛЬНИХ ТА МОДУЛЬНИХ СИСТЕМ ОЧИЩЕННЯ ECOSOFT	19
<i>Андрій Віталійович Макаров, Данило Денисович Корецький</i> ВПРОВАДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ВОГНЕТРИВІВ НА ПРИКЛАДІ ТОВ «САВЕКС МІНЕРАЛС»	21
<i>Тетяна Костянтинівна Макарова</i> УТИЛІЗАЦІЇ ФОСФОГІПСУ В ЗРОШУВАНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ	23
<i>Таїса Валеріївна Кравчук</i> ВИКОРИСТАННЯ ТА ПЕРЕРОБКА ВІДХОДІВ ПЛОДОВО ЯГІДНИХ КУЛЬТУР	25
<i>Ірина Григорівна Пацева</i> ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ	27
<i>Світлана Василівна Буднік</i> ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЯ, ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ТА РУЙНУВАННЯ ГРЕБЕЛЬ	30
<i>Віталій Федорович Синяцик, Олена Володимирівна Харламова, Лілія Андріївна Безденежних, Назарій Ігорович Маланюк</i> УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ШЛЯХОМ ЗАЛУЧЕННЯ ЗОЛИ ТА ВІДХОДІВ ПЛАСТИКУ У ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ	34
<i>Тетяна Сулейко, Олена Семенова</i> МОДИФІКОВАНА ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИЩЕННЯ НЕКОНЦЕНТРОВАНИХ СТОКІВ МОЛОКОЗАВОДІВ	37
<i>Анастасія Андріївна Гетта</i> ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДУ БІОГУМУСОВОГО МАТЕРІАЛУ ЧЕРВ'ЯКІВ EISENIA FETIDA	40
<i>Софія Тарасівна Явецька</i> ВИКОРИСТАННЯ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ ЯГІДНОГО ВИРОБНИЦТВА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА КОМПОСТУ ТА БЮДОБРІВ	43
<i>Володимир Вікторович Дзюман</i> ВИБІР МЕТОДУ ВІДНОВЛЕННЯ ФІТОТОКСИЧНИХ ВІДВАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ	46
<i>Тамара Миколаївна Василінич, Дарія Вікторівна Пурдик, Мар'яна Віталіївна Кавецька, Юлія Євгенівна Винокурова, Анастасія Вікторівна Шарамко</i> ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВІД ІОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ГЛИНИСТИМИ СОРБЕНТАМИ	50
<i>Радислав Гринчак, Вікторія Казновська, Галина Володимирівна Сакалова</i> ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД МОЛОКОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ	52
<i>Ярослав Лебідь, Галина Володимирівна Сакалова</i> ВИКОРИСТАННЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ СОРБЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ	54
<i>Ірина Сіпко, Ірина Аблесва</i> ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ДИГЕСТАТУ ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ОЧИЩЕННЯ НАФТОЗАБРУДНЕНИХ ҐРУНТІВ	56
<i>Марія Тарасівна Темченко, Юлія Дмитрівна Михайлюк</i> СУЧАСНИЙ СТАН ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ ПЛАСТИЧНИХ МАС	58

<i>Олексій Ігорович Кутняшненко</i> ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З ПОВУТОВИМИ ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ.....	61
<i>Марина Ігорівна Таврель, Віктор Климентович Костенко</i> ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГРОМАД БЕЗПЕЧНОЮ ТА ЯКІСНОЮ ВОДОЮ	65
<i>Альона Сергіївна Босюк</i> ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД.....	68
<i>Ірина Віталіївна Залевська</i> ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ТЕПЛОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ В ЯКОСТІ АДСОРБЕНТУ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД.....	70
<i>Олександр Федорович Рильський, Костянтин Олегівич Домбровський, Юлія Юріївна Петруша</i> НОВІТНІ БІОТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ І ПРИРОДНИХ ВОД.....	72
<i>Ірина Монюк</i> МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ПРОГНОЗУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕНЕРГОЕКОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ З ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ МІСЬКИХ БУДИНКІВ	74
<i>Ірина Миколаївна Іваненко, Юрій Миколайович Феденко, Ірина Сергіївна Сторчак</i> OPTICAL PROPERTIES OF ZINC OXIDE – EFFECTIVE PHOTOCATALYST	78
<i>Марина Оськіна, Ігор Гончаренко, Оксана Володимирівна Луньова</i> EFFICIENCY OF CLEANING PAH EMISSIONS TECHNOLOGIES FROM BIOMASS THERMAL POWER PLANTS.....	80
<i>Sun Xiaodong, Vitalii Ishchenko</i> Analysis OF CURRENT SITUATION ON RECOVERY OF USED LITHIUM-ION BATTERIES IN CHINA	84
<i>Олег Олегівич Горюн</i> ПОВТОРНЕ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ КАВИ У ВИРОБНИЦТВІ БЕТОНУ	86
<i>Андрій Парамонов, Ірина Аблеєва</i> ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ ПРЯМОГО МІЖВИДОВОГО ПЕРЕНЕСЕННЯ ЕЛЕКТРОНІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ДЕГРАДАЦІЇ ОРГАНІЧНИХ ЗАБРУДНЮВАЧІВ ПІД ЧАС АНАЕРОБНОГО ЗБРОДЖУВАННЯ	90
<i>Євгеній Володимирович Гречанюк</i> НОРМАТИВНО-ПРАВОВА БАЗА ПОВОДЖЕННЯ З ЕЛЕКТРОННИМИ ВІДХОДАМИ	93
<i>Олег Альбертович Машков, Володимир Леонідович Печений, Володимир Ілліч Присяжний, Тамара Сергіївна Оводенко, Катерина Євгенівна Мухіна</i> ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ АЕРОКОСМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	96
<i>Людмила Маркіна, Олег Власенко, Марія Харитоновна, Михайло Ткаченко, Владислав Рябов</i> ІННОВАЦІЙНА НОВИЗНА Й ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ОНЛАЙН-ІНСТРУМЕНТІВ У ПРИРОДНИЧІЙ ОСВІТІ.....	102
Моделювання і моніторинг довкілля. Геоінформаційні системи і технології. Проблеми загальної екології та захисту біосфери. Агроекологія та радіоекологія. Прилади та методи контролю параметрів довкілля.	
<i>Анатолій Михайлович Волох</i> ВПЛИВ РОСІЙСЬКИХ ОКУПАНТІВ НА ДИКИХ ССАВЦІВ ТА НА СТАН ЗАПОВІДНИХ ТЕРИТОРІЙ В УКРАЇНІ.....	109
<i>Богдан Ігорович Коцюба, Петро Степанович Гнатів, Віктор Ярославович Іванюк</i> ECOLOGIZATION OF SOYBEAN CULTIVATION TECHNOLOGY ON DERNO-GLEYOZEM SOIL OF THE MALE POLISSYA.....	112
<i>Юрій Григорович Масікевич, Андрій Юрійович Масікевич, Іван Павлович Бурденюк</i> ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВОДИ РІЧКИ ДНІСТЕР В МЕЖАХ НПП «ХОТИНСЬКИЙ»	116
<i>Аліна Сергіївна Морозовська, Олександр Миколайович Масюк</i> ДОВОЄННИЙ ПРИРОДООХОРОННИЙ СТАН ФЛОРИ ВОЛНОВАСЬКОГО РАЙОНУ ДОНЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ	118
<i>Михайло Тарасович Микищай</i> ПЕДОТРАНСФЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НА ВОДОЗБОРАХ МАЛИХ ВОДОТОКІВ В КОНТЕКСТІ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ТА ДІАГНОСТИКИ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ (ЗЕМЕЛЬ) В УКРАЇНІ	122

<i>Михайло Тарасович Микущей</i> ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ ЛІЗИМЕТРИЧНИХ ЕФЕКТИВ У РОЗРОБЦІ НОВИХ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОЛАБОРАТОРНИХ ТА ПРОЦЕДУРНО-АНАЛІТИЧНИХ ПІДХОДІВ ДО ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ТА ДІАГНОСТИКИ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ В УКРАЇНІ НА ПРИНЦИПАХ ПРИРОДНИХ ЗВ'ЯЗКІВ У ДОВКІЛЛІ.....	124
<i>Олена Петрівна Мітрясова, Андрій Дмитрович Мац, Віктор Миколайович Смирнов</i> МОНІТОРИНГ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД У МЕЖАХ МІС-ТА МИКОЛАЄВА.....	126
<i>Віктор Вікторович Мігура, Масюк Олександр</i> АДАПТАЦІЯ ІНТРОДУКОВАНИХ СОРТІВ ЛОХИНИ ЩИТКОВОЇ В СТЕПОВИХ УМОВАХ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	129
<i>Геннадій Ганіч</i> ВОДНА БЕЗПЕКА ПІВДЕННО-СХІДНИХ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВІЙНИ	134
<i>Денис Олексійович Зорін, Діана Ярославівна Овсянецька</i> ПРОСТОРОВИЙ АНАЛІЗ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В ІВАНО-ФРАНКІВСЬКІЙ ОТГ З ВИКОРИСТАННЯМ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ.....	136
<i>Михайлович Петрушка</i> ІМПІ ВПЛИВ ПИЛОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ НА ЗМІНУ КЛІМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВНАСЛІДОК ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ В УКРАЇНІ.....	143
<i>Олег Вікторович Пісоцький, Олександр Миколайович Масюк</i> ЧЕРВОНОКНИЖНІ ВИДИ РОСЛИН ІХТІОЛОГІЧНОГО ЗАКАЗНИКА "БАЛКА ВЕЛИКА ОСОКОРІВКА".....	146
<i>Станіслав Адаменко, Олексій Трелевський</i> ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ЗАСОБІВ МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ.....	149
<i>Тетяна Анатоліївна Бовсунівська</i> ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ВПЛИВІВ ПРИ РОЗРОБЦІ ГРАНІТНИХ КАР'ЄРІВ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ ЖИТОМИРЩИНИ.....	154
<i>Анастасія Валеріївна Генова</i> АНАЛІЗ АКТУАЛЬНИХ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ	156
<i>Олег Миколайович Мандрик, Олег Михайлович Туць</i> ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГО-ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ ГАЗОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ.....	159
<i>Натта Корпіта, Іван Шувар</i> COMPETITIVENESS OF INVASIVE SPECIES OF WEEDS AND THEIR GATIVE IMPACT ON THE ECOLOGICAL STATE OF BIODIVERSITY.....	163
<i>Олена Петрівна Мітрясова, Олександра Ігорівна Ковальська</i> АНАЛІЗ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ МІСТА МИКОЛАЄВА	167
<i>Дмитро Васильович Андрусак</i> ДЕРЖАВНА ЕКОЛОГІЧНА ІНСПЕКЦІЯ УКРАЇНИ. ІНТЕГРАЦІЯ ДО ПРИРОДООХОРОННОЇ СПІЛЬНОТИ ЄС.....	170
<i>Юлія Юріївна Мінаєва, Аліна Олегівна Дичко, Ярослава Сергіївна Вишемірська</i> ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ, КАТАСТРОФИ ТА ЇХ ПОДОЛАННЯ	174
<i>Аліна Олегівна Дичко, Юлія Юріївна Мінаєва, Наталія Вячеславівна Омецинська</i> МЕТОДИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНИХ КАТАСТРОФ	178
<i>Ірина Миколаївна Кочмар</i> ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД РІЧКИ ЗУБРА В МЕЖАХ ЛЬВІВСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ	182
<i>Олеся Ткачук, Оксана Шевчук, Олена Ходаніцька</i> ЗАСТОСУВАННЯ РІСТРЕГУЛЮЮЧИХ ПРЕПАРАТІВ НА БОБОВИХ КУЛЬТУРАХ	186
<i>Ірина Юріївна Омеліч, Наталія Олександрівна Непошивайленко, Євгенія Дмитрівна Слайковська</i> АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ЗМІН ВОДНОЇ ПОВЕРХНІ БАСЕЙНУ РІЧКИ ОРІЛЬ В МЕЖАХ ДНІПРОПЕТРОВЩИНИ.....	188
<i>Ігор Ігорович Петряшев, Богдан Геннадійович Дерієнко, Олена Володимирівна Харламова, Тетяна Євгеніївна Ригас</i> МОНІТОРИНГ СТАНУ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ КРЕМЕНЧУЦЬКОЇ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЗОНИ У КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ.....	191
<i>Вікторія Вікторівна Архипова, Олег Вікторович Резніченко</i> ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ДОСЛІДЖЕННІ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	195
<i>Маргарита Мирославівна Радомська, Іванна Ярохмедова</i> THE EVALUATION OF THE ENVIRONMENTAL STATUS OF THE DARNYTSYA LAKES, KYIV CITY	197
<i>Людмила Миколаївна Архипова, Тарас Львович Ричак</i> ЗАЛЕЖНІСТЬ ЕЛЕКТРОПРОВІДНОСТІ ВІД ПРИРОДНИХ ТА АНТРОПОГЕННИХ ЧИННИКІВ У ВОДОЙМАХ ОХОЛОДЖУВАЧАХ	200

<i>Олександр Петрович Цимбалюк, Сергій Михайлович Кватернюк, Максим Павлович Максименко</i> ГЛОБАЛЬНИЙ ПОГЛЯД НА ЗМІНУ КЛІМАТУ: ТЕХНОЛОГІЇ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ТА ЇХ ЗНАЧЕННЯ	205
<i>Володимир Іванович Мокрий, Едуард Максимович Арустамян, Валерія Іванівна Бондарь, Ігор Михайлович Петрушка, Юрій Васильович Пилип'юк</i> ГІС-ТЕХНОЛОГІЇ МОНІТОРИНГУ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ ЛІСІВ НПП «ПІВНІЧНЕ ПОДІЛЛЯ».....	208
<i>Лариса Миколаївна Черняк</i> ДОСЛІДЖЕННЯ БІОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ ҐРУНТУ В ЗОНІ ВПЛИВУ АЕРОПОРТУ	210
<i>Наталія Миронівна Джура, Ірина Ігорівна Подан, Галина Леонідівна Антоняк</i> THE STUDY OF OIL-CONTAMINATED SOIL AT STARYI SAMBIR PETROLEUM DEPOSIT	213
<i>Ігор Вікторович Соровцев, Володимир Семенович Степашко, Валентина Михайлівна Галімова, Євгенія Анатоліївна Савченко-Синякова</i> ЕКСПРЕСНА ЕЛЕКТРОХІМІЧНА СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЙ ТОКСИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ У ПИТНІЙ ВОДІ ТА ВОДНИХ ОБ'ЄКТАХ ДОВКІЛЛЯ.....	216
<i>Анастасія Володимирівна Василич, Марія Володимирівна Василич</i> СУЧАСНИЙ ПІДХІД ДО МОДЕЛЮВАННЯ І МОНІТОРИНГУ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ	218
<i>Олена Миколаївна Савотченко</i> ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ КОМПОНЕНТІВ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА В РАЙОНІ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ	220
<i>Тетяна Федорівна Яковичина</i> ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ УРБАНІЗОВАНОГО ФОНУ ДЛЯ ВАЛОВОГО ВМІСТУ МЕТАЛІВ	222
<i>Тарас Ігорович Шуплат, Василь Васильович Попович, Катерина Анатоліївна Король</i> ОЦІНКА РІВНЯ АКУСТИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ПЛОЩ ТА БУЛЬВАРІВ ЛЬВІВСЬКОГО СЕРЕДМІСТЯ.....	224
<i>Степан Володимирович Поливаний</i> ВПЛИВ РЕГОПЛАНТУ С НА МОРФОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ РОСЛИН <i>SINAPIS ALBA</i>	227
<i>Сергій Михайлович Кватернюк, Святослав Васильович Мандебура, Дмитро Русланович Латуша, Максим Павлович Максименко</i> АНАЛІЗ ЗАБРУДНЕННЯ Р.ПІВДЕННИЙ БУГ НІТРОГЕНВМІСНИМИ СПОЛУКАМИ У 2000-2024 РОКАХ.....	229
<i>Олена Святославівна Шинкевіч, Микола Миколайович Новіков, Станіслав Станіславович Закаблук</i> ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ НИЗЬКОЕНЕРГОЄМНИХ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ КОМПОЗИЦІЙНИХ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ НА СИЛКАТНІЙ ТА АЛЮМОСИЛКАТНІЙ МАТРИЦЯХ	232
<i>Станіслав Станіславович Закаблук, Олена Святославівна Шинкевіч</i> НОВИЙ ТЕПЛОЗВУКОІЗОЛЯЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ «ЕКОДРЕВ» З ВІДХОДІВ ДЕРЕВООБРОБКИ.....	235
<i>Володимир Миколайович Боголюбов, Валерія Іванівна Бондарь, Алла Володимирівна Клепко</i> ПЕРСПЕКТИВИ І ПРОБЛЕМИ МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В УКРАЇНІ	240
<i>Микола Володимирович Васильківський</i> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АНАЛІЗУ ТЕЛЕМЕДИЧНИХ ДАНИХ В СИСТЕМІ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ	243
<i>Микола Володимирович Васильківський</i> СИСТЕМА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ТЕЛЕМЕДИЧНИХ ДАНИХ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ	246
<i>Микола Володимирович Васильківський</i> СИСТЕМА ОПОВІЩЕННЯ В НАДЗВИЧАЙНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ СИТУАЦІЯХ	249
<i>Микола Володимирович Васильківський</i> ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ ЕСТРЕННИХ ВИКЛИКІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ.....	252
<i>Вадим Станіславович Гончарук, Василь Григорович Петрук, Сергій Михайлович Кватернюк</i> ОЦІНЮВАННЯ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ ДЛЯ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ РОБОТИ ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ	256
<i>Дмитро В'ячеславович Кушнір, Сергій Михайлович Кватернюк, Вадим Станіславович Гончарук</i> ВПЛИВ ЗМІН КЛІМАТУ НА ФОРМУВАННІ ВИДОВОГО СКЛАДУ ЕКОСИСТЕМ.....	259
<i>Олександр Миколайович Трофимчук, Василь Миколайович Триснюк</i> ОЦІНКА СИСТЕМИ ГІДРОЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ.....	262

<i>Віктор Олександрович Шумейко, Тарас Васильович Триснюк, Тарас Васильович Волинець, Тарас Васильович Волинець, Василь Миколайович Марущак, Володимир Андрійович Дзюба</i>	
ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ТРАНСКОРДОННИХ ВПЛИВІВ	265
Хімія довкілля та екотоксикологія. Екологія людини. Соціально-економічні проблеми сталого розвитку. Екологічна освіта, виховання і культура. Регіональна екополітика.	
<i>Сергій Дмитрович Рудишин, Інна Миколаївна Коренева, Валентина Іванівна Самілик</i> КЕРОВАНА КОЕВОЛЮЦІЯ ЛЮДСТВА І БІОСФЕРИ НА ЗАСАДАХ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ЯК СТРАТЕГІЯ ПОДОЛАННЯ ГЛОБАЛЬНОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ КРИЗИ	268
<i>Ірина Євгенівна Смик, Людмила Миколаївна Архипова</i> ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ РОЗВИТКУ ТУРИЗМУ В ІВАНО-ФРАНКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ.....	271
<i>Марія Василівна Євсєєва, Тарас Сергійович Тітов, Артем Вікторович Озуженко</i> ВПЛИВ СЕЛЕНУ НА ЯКІСТЬ ЖИТТЯ ЛЮДИНИ.....	275
<i>Ольга Миколаївна Сандул</i> NEW C, S, N-CONTAINING PLASTIC LUBRICANTS AS PRODUCTS OF COMPLEX PROCESSING OF INDUSTRIAL WASTE	278
<i>Олена Петрівна Мітрясова, Вадим Андрійович Чвир, Віктор Миколайович Смирнов, Андрій Дмитрович Мац</i> INTERDISCIPLINARY EUROPEAN GREEN STUDIES IN THE PRACTICE OF TRAINING ENVIRONMENTAL STUDENTS	281
<i>Володимир Андрійович Кремінь, Наталія Олександрівна Непошивайленко, Єлизавета Романівна Краснопєр</i> ПОРЯДОК ЗДІЙСНЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО АУДИТУ НА ПРИКЛАДІ ШЛАМОНАКОПИЧУВАЧА ВИСОКО-МІНЕРАЛІЗОВАНИХ СТИЧНИХ ВОД (м. Кам'янське).....	284
<i>Наталія Леонідівна Пастухова, Юрій Олександрович Садовниченко, Ярослав Борисович Блюм, Валерій Васильович М'ясоєдов</i> ЕКОЛОГІЧНА СКЛАДОВА ДРУГОГО ТА ТРЕТЬОГО РІВНІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ БІОМЕДИЧНОГО НАПРЯМУ	287
<i>Гарсія Камачо Ернан Улліанодт, Ігор Володимирович Васильківський</i> СТАН ОЧИСНИХ СПОРУД В УКРАЇНІ.....	292
<i>Гарсія Камачо Ернан Улліанодт, Ангеліна Петрівна Кавун, Ігор Володимирович Васильківський</i> УМОВИ МІГРАЦІЇ ІХТІОФАУНИ ПІВДЕННОГО БУГУ	295
<i>Гарсія Камачо Ернан Улліанодт</i> УТИЛІЗАЦІЯ ОСАДІВ СТИЧНИХ ВОД	299
<i>Гарсія Камачо Ернан Улліанодт, Ігор Володимирович Васильківський</i> ВИКОРИСТАННЯ РІЧКОВОГО МУЛУ ПІВДЕННОГО БУГУ	303
<i>Гарсія Камачо Ернан Улліанодт, Ігор Володимирович Васильківський</i> ЗНИЩЕННЯ ІХТІОФАУНИ ПІВДЕННОГО БУГУ	310
<i>Олег Миколайович Мандрик, Софія Тарасівна Явецька, Мар'яна Олександрівна Стах</i> ВПЛИВ ПРОЦЕСУ НАФТОГАЗОВИДОБУВАННЯ НА ВОДНІ ОБ'ЄКТИ ПРИКАРПАТТЯ.....	317
<i>Дарина Олександрівна Величко, Тамара Вікторівна Дудар</i> АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ФІТОЦЕНОЗІВ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ	320
<i>Юрій Антонович Волочій, Марія Михайлівна Орфанова</i> ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ БУРШТИНСЬКОЇ ТЕС	323
<i>Вікторія Володимирівна Навроцька, Наталія Михайлівна Москальчук</i> ОЦІНКА ДОТРИМАННЯ ВИМОГ САНІТАРНОГО ЗАКОНОДАВСТВА ЩОДО ПЛОЩІ ТА ПЛАНУВАННЯ ЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕНЬ.....	325
<i>Ярослав В'ячеславович Гуменчук, Іван Сергійович Гут, Ігор Володимирович Васильківський</i> ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ МЕХАНІЗМ ЗМЕНШЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ.....	328
<i>Ростислав Дмитрович Крикливий, Юлія Юрївна Боголюб, Аліна Вікторівна Кримняк, Валентина Михайлівна Підлуцзяк</i> ВИКОРИСТАННЯ ХЛОРООРГАНІЧНИХ СПОЛУК У ПРОЦЕСІ ПЕРЕРОБКИ ГЛИНОЗЕМУ	331
<i>Дарина Бондарчук, Іван Дрогман, Віталій Олива</i> ПРОБЛЕМИ НАВЧАННЯ МІННОЇ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ВІЙНИ.....	333

**Семінар з декарбонізації, постмайнінгу та енергоефективності інфраструктури України.
Альтернативні (відновлювальні) джерела енергії.**

<i>Василь Григорович Петрук, Сергій Вячеславович Гавадза, Галина Дмитрівна Петрук</i> ПЕРСПЕКТИВИ СОНЯЧНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ У КОНТЕКСТІ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ	336
<i>Андрій Віталійович Макаров, Петро Євгенійович Євтушенко, Тетяна Костянтинівна Макарова</i> ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ В БУДІВНИЦТВІ.....	338
<i>Наталія Полив'ячук, Олексій Єфімов, Олександр Фурман, Роман Петрук, Ольга Арсеньєва, Андрій Полив'ячук</i> ЕКОЛОГІЗАЦІЯ СФЕРИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ НА ОСНОВІ МЕТОДУ ОПТИМІЗОВАНОГО ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	340
<i>Віктор Миколайович Єрмаков, Олександр Олексійович Дятел, Наталія Олександрівна Лубенська</i> СУЧАСНІ ПІДХОДИ В ПОСТМАЙНІНГУ	343
<i>Юрій Леонидович Коваленко, Костянтин Олександрович Ісичко</i> ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИРОДООРІЄНТОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ В УМОВАХ КЛІМАТУ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	346
<i>Olha Bohomaz, Viktor Kostenko</i> USE OF SOLID MINING WASTE TO IMPROVE SOIL QUALITY	350
<i>Микита Сергійович Городов, Ольга Петрівна Арсеньєва</i> СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЖИВЛЕННЯМ БУДИНКУ З ІНТЕГРАЦІЄЮ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПАНЕЛЕЙ	353
<i>Павло Олександрович Перегудов, Ольга Петрівна Арсеньєва</i> СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ОПАЛЕННЯМ БУДИНКУ НА ОСНОВІ РОЗУМНОГО ТЕРМОСТАТУ	355
<i>Олександра Руланівна Волощук</i> МОНІТОРИНГ ПОСТМАЙНІНГОВИХ ТЕХНОГЕННИХ УТВОРЕНЬ НА ПРЕДМЕТ НАЯВНОСТІ ЧЕРВОНОКНИЖНИХ РОСЛИН	357
<i>Vasyl Kravets</i> PLASMO-CATALYSIS GENERATION OF GREEN HYDROGEN FOR ZERO DECARBONISATION.....	361
<i>Світлана Ігорівна Кожушко, Олександр Миколайович Масюк</i> ПРИВАТНІ ПРИСАДИБНІ ДІЛЯНКИ ЯК ОБ'ЄКТИ ОХОРОНИ РІДКІСНИХ ВИДІВ РОСЛИН В УМОВАХ ТЕХНОГЕННОГО ПРЕСІНГУ НА ЗАХІДНОМУ ДОНБАСІ.....	366
<i>Le Zhang, Андрій Полив'ячук</i> INFLUENCING FACTORS AND ENERGY-SAVING TECHNOLOGY OF HEATING BOILER	370

ЕЛЕКТРОРОЗРЯДНЕ ЗНЕЗАРАЖУВАННЯ СТІЧНИХ ВІД

¹ Інститут імпульсних процесів та технологій НАН України,
² Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Анотація

Експериментально показано можливість значного скорочення хімічного навантаження на довкілля під час дезінфекції вод, забруднених *E.Coli*. Описано синергетичний ефект, що виникає при одночасному впливі електричного розряду та активного окислювача на воду, що знезаражується, та який дозволяє знизити необхідну кількість активного хлору і зменшити час обробки.

Ключові слова: електричний розряд, дезінфекція стічних вод, хлорування

Abstract

The possibility of significantly reducing the chemical load on the environment during the disinfection of water contaminated with E.Coli has been experimentally demonstrated. The synergistic effect that occurs when an electric discharge and an active oxidizing agent are simultaneously applied to the water being disinfected is described, and it allows to reduce the required amount of active chlorine and to reduce the treatment time.

Keywords: electric discharge, disinfection of waste water, chlorination

Вступ.

Забруднення природних вод хімічними та агресивними біологічними об'єктами є однією з найнагальніших проблем навколишнього середовища. Сучасний метод очищення стічних вод повинен мати можливість вибору бажаного рівня знезараження і мати довготривалу ефективність. Одним із найпоширеніших, затребуваних та надійних способів знезараження у процесах водопідготовки залишається хлорування. Поряд з явними перевагами цієї технології (відносна простота установок, стабільно висока продуктивність, висока дезінфікуюча здатність, пролонгована бактерицидна дія) має місце її неусувний недолік - утворення високотоксичних канцерогенних сполук при взаємодії з органічними домішками. Слід використовувати важливу перевагу цього методу – пролонговану дію на патогенні мікроорганізми і, доповнюючи її іншими методами знезараження, знизити шкідливий вплив хлорування на довкілля. Плазмові технології займають зараз помітне місце серед інструментів водоочищення від шкідливих та небезпечних мікробруднювачів, і знаходять застосування в очищенні стоків побутових вод, рециклінгу стоків промислових підприємств, доведенні природної води з поверхневих джерел до рівня придатності до пиття. Інструментом впливу на речовину при реалізації таких технологій є нерівноважна плазма - іонізований газ, що складається з електронів, іонів та нейтральних частинок, та ряд явищ, що виникають при переході речовини у цей стан. Одним із відносно простих способів створити плазмовий стан речовини є високовольтний електричний розряд.

Предмет наших досліджень – метод знезараження води, що включає комплексний вплив на воду високовольтного електричного розряду одночасно з хлоруванням, **метою** роботи є значне зниження концентрації необхідних у такому разі хімічних реагентів у порівнянні з традиційним хлоруванням та одночасна мінімізація енергії високовольтного розряду, яка потрібна для досягнення ефекту знезараження.

Результати дослідження.

Вивчення можливості зниження концентрації хлорагента при комплексуванні з електророзрядним впливом проводилося на лабораторній електророзрядній установці [1], що забезпечує робочу напругу від 15 до 25 кВ, ємність конденсаторної батареї варіювалася від 0,1 до 1 мкФ. Воду для обробки брали зі скидних водних мас Ігулецьких очисних споруд, вихідний вміст кишкових паличок *E.Coli* варіювався в них від 10^4 до 10^6 КУО/дм³ в залежності від часу забору води, ємності для відбору оброблених електричним розрядом проб стерилізувалися фламбуванням. Визначення *E.Coli* проводили методом мембранних фільтрів.

Бактерицидний вплив питомої енергії електричного розряду, введеної в об'єм води, що знезаражується (без додавання будь-яких хімічних реагентів-окислювачів), показано на рис. 1.

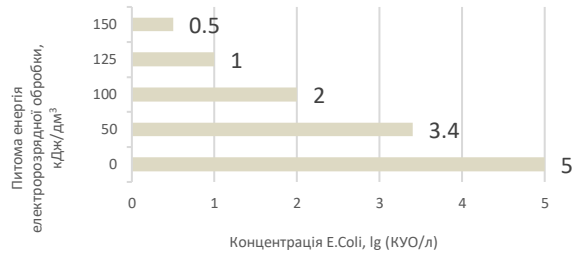
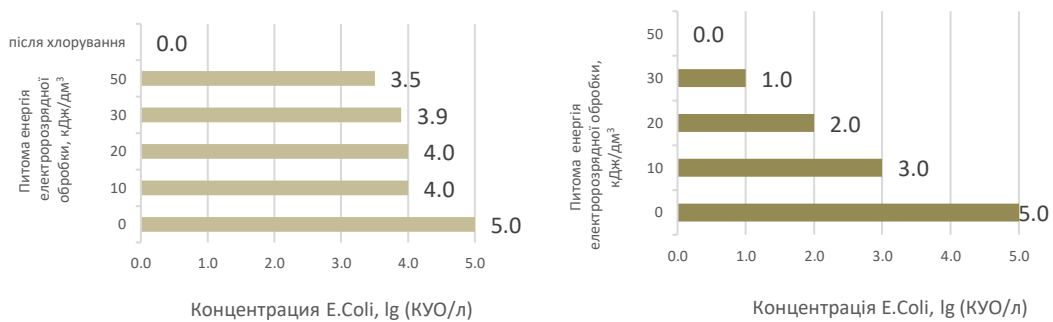


Рис. 1. Залежність концентрації *E.coli* від питомої енергії електророзрядної обробки

Видно, що із зростанням питомої енергії концентрація бактерій зменшується. При вихідній концентрації *E.Coli* 10^5 КУО/л та $E_{\text{пит}}=150$ кДж/дм³ (41 кВт·год/м³) спостерігається помітний, але не 100% бактерицидний ефект. Однак, такі питомі витрати надто високі для практичного застосування способу. Дані щодо бактерицидного ефекту при послідовному впливі на воду електричного розряду та хлорування представлені на рис. 2. За однією схемою обробляли воду спочатку електричним розрядом, знизивши питому енергію обробки до 50 кДж/дм³ (приблизно 13 кВт·ч/м³), а потім оброблену воду хлорували, доводячи до показників епідемічної безпеки питної води по *E.Coli* ($[Cl^*]=5$ мг/л, максимальний час експозиції – 4 год), рис. 2, а; по іншій – електророзрядній обробці протягом 20 секунд піддавали воду, попередньо хлоровану (час експозиції 10 хв), причому в цьому випадку концентрація активного хлору була знижена до $[Cl^*]=1$ мг/л – рис. 2, б.



а – послідовна обробка: електричний розряд, хлорування $[Cl^*]=5$ мг/л;
б – послідовна обробка: хлорування $[Cl^*]=1$ мг/л, електричний розряд.

Рис. 2. Залежність концентрації *E.Coli* від питомої енергії електророзрядної обробки при послідовній електророзрядно-хімічній обробці

Наступний етап наших робіт був спрямований на подальше зниження енерговитрат та зменшення концентрації хлорагента шляхом поєднання електророзрядної та хімічної обробки. Стадію попереднього хлорування виключили та відразу після додавання хлорагента в концентрації $[Cl^*]=1; 0,8; 0,6; 0,4; 0,2$ мг/л розпочинали електророзрядну обробку. В ході обробки відбирали проби води з інтервалом 5 кДж/дм³ введеної енергії, початкова концентрація *E.coli* - 10^6 КУО/дм³, результати представлені на рис. 3.

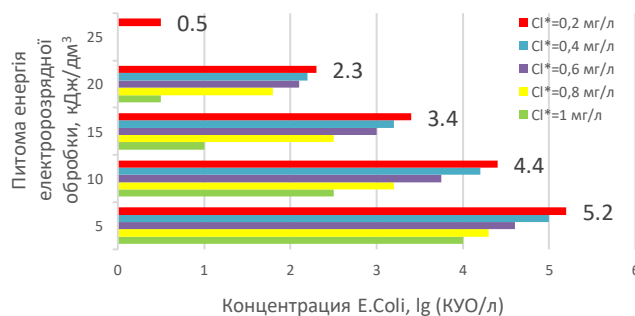


Рис. 3. Залежність концентрації *E.Coli* від питомої енергії електророзрядної обробки за одночасної електророзрядно-хімічної обробки

Вже додавання хлору в кількості 0,4 мг/л і одночасна електророзрядна обробка дають помітний бактерицидний ефект – після обробки водного розчину хлору електророзрядним способом з питомою енергією 25 кДж/дм³ у пробах не спостерігали колонієутворювальних одиниць *E.coli*. Пролонговану дію така обробка також зберігає — після відстоювання протягом 48 годин після обробки зразки води з вмістом [СІ*]=1; 0,8; 0,6; 0,4 мг/л залишилися стерильними, а у зразку із вмістом [СІ*]=0,2 мг/л кількість колонієутворюючих одиниць зростає з трьох до 200. Таким чином, при одночасній обробці забрудненої води методом хлорування та електричним розрядом спостерігається синергетичний ефект: бактерицидна дія такої комбінації потужніша, ніж кожного методу окремо з урахуванням значного зниження витраченої енергії та хімічних реагентів.

Висновки

Встановлено, що комплексне використання електророзрядної обробки забрудненої води та активного окислювача (хлора) дозволяє ефективно знезаражувати воду при зниженні кількості активного окислювача в 10 разів відносно існуючих нормативів.

Найефективнішою схемою при цьому є одночасне хлорування та електророзрядна обробка, використання такої схеми дозволяє значно знизити концентрацію активного хлору (до 0,4 мг/л) та енерговитрати (до 25 кДж/дм³).

Використання методу, що розглядається, є перспективним шляхом зниження хімічного навантаження на навколишнє середовище.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Vinnychenko, D., Nazarova, N., Vinnychenko, I. Transformerless High-Voltage Resonant Charging Systems for Capacitive Energy Storage Devices for Electro-Discharge Technologies. 2022 IEEE 41st International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO), Kyiv, Ukraine, 10 – 14, Oct. 2022. 2022, pp. 727-731. doi: 10.1109/ELNANO54667.2022.9927052.

2. Malyshevskaya, A.P., Koszelnik, P., Yushchishina, A., Mitryasova, O., Mats, A., Gruca-Rokosz, R. Synergy Effect during Water Treatment by Electric Discharge and Chlorination. *Environments* 2023, 10, 93. <https://doi.org/10.3390/environments10060093>.

3. Malyshevskaya, A.P., Koszelnik, P., Mitryasova, O., Yushchishina, A., Mats, A.; Papciak, D., Zdeb, M.M. Hybrid Water Disinfection Process Using Electrical Discharges. *Processes* 2024, 12, 1846. <https://doi.org/10.3390/pr12091846>.

Малюшевська Антоніна Павлівна — старший науковий співробітник ІППТ НАН України, Миколаїв, e-mail: ninutsa@ukr.net

Мітрясова Олена Петрівна — професор кафедри екології Чорноморського національного університету імені Петра Могили, Миколаїв, e-mail: eco-terra@ukr.net

Maliushevskaya Antonina P. — senior researcher, Institute of Pulse Processes and Technologies, Mykolaiv, email : ninutsa@ukr.net

Mitryasova Olena P. — professor of the Ecology Department of the Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv, e-mail: eco-terra@ukr.net

ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ІНТЕГРОВАНОГО УПРАВЛІННЯ НЕБЕЗПЕЧНИМИ ВІДХОДАМИ: ВІД ЗМЕНШЕННЯ ОБСЯГІВ ДО УТИЛІЗАЦІЇ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Стаття присвячена дослідженню інноваційних методів інтегрованого управління небезпечними відходами, що включає їх зменшення, обробку та утилізацію. Сучасні технології екологічного виробництва, плазмова газифікація та біоремедіація є ефективними підходами до зменшення впливу небезпечних відходів на навколишнє середовище. Окрім того, вивчаються нові способи утилізації, такі як закачування у глибокі свердловини та капсулювання. Основна увага приділяється всьому життєвому циклу відходів, починаючи з їх утворення і завершуючи безпечною утилізацією.

Ключові слова: інноваційні методи, інтегроване управління, небезпечні відходи, зменшення обсягів, утилізація, плазмова газифікація, біоремедіація.

Abstract

The article focuses on the study of innovative methods of integrated hazardous waste management, including waste reduction, treatment, and disposal. Modern technologies such as green production, plasma gasification, and bioremediation are effective approaches to minimizing the environmental impact of hazardous waste. Additionally, new disposal methods like deep well injection and encapsulation are explored. The main emphasis is placed on the entire waste life cycle, from its generation to safe disposal.

Keywords: innovative methods, integrated management, hazardous waste, waste reduction, disposal, plasma gasification, bioremediation.

Вступ

Управління небезпечними відходами стало критичною глобальною проблемою через їхній потенційний вплив на здоров'я людини та навколишнє середовище. У міру розвитку промисловості та розширення урбанізації обсяг небезпечних відходів збільшується, що вимагає інноваційних методів управління та зменшення їх впливу. Інтегроване управління небезпечними відходами пропонує комплексний підхід, який включає зменшення, обробку та утилізацію відходів. Спробуємо дослідити деякі з найбільш інноваційних методів, які зараз використовуються для поводження з небезпечними відходами, зосереджуючись на всьому життєвому циклі від утворення до остаточної утилізації.

Результати дослідження

Першим кроком у системі інтегрованого управління небезпечними відходами є зменшення кількості небезпечних відходів. Промисловість все частіше впроваджує технології екологічного виробництва, які мінімізують утворення відходів. Це включає оптимізацію процесів, заміну

матеріалів і впровадження принципів екологічності. Наприклад, як зазначає В. Петрук, у хімічній промисловості заміна небезпечних розчинників менш токсичними альтернативами не тільки зменшує відходи, але й зменшує загальний вплив на навколишнє середовище [1, с. 153]. Крім того, впровадження практик циклічної економіки, таких як повторне використання матеріалів значно скорочує утворення небезпечних відходів.

Після утворення небезпечних відходів їх необхідно обробити, щоб зменшити токсичність. Останні досягнення в технологіях очищення зробили цей процес більш ефективним і екологічним. Одним із таких нововведень є використання плазмової газифікації, яка перетворює небезпечні відходи на синтетичний газ і шлак, обидва з яких можна безпечно утилізувати [2, с. 43]. Іншою перспективною технологією є біоремедіація, коли мікроорганізми використовуються для розкладання або нейтралізації небезпечних речовин [3]. Цей метод особливо ефективний при обробці забруднених ґрунтів і підземних вод.

Незважаючи на зусилля щодо зменшення та обробки небезпечних відходів, утилізація залишається важливим компонентом інтегрованого управління небезпечними відходами. Традиційні методи, такі як захоронення та спалювання, доповнюються або замінюються більш екологічними варіантами. Одним із таких методів є закачування в глибокі свердловини, коли небезпечні відходи закачують у глибокі геологічні формації, ізольовані від ґрунтових вод і біосфери. Крім того, прогрес у капсулюванні відходів, наприклад використання передових матеріалів для упаковки відходів, забезпечує довготривале утримання та запобігає утворенню фільтрату [1, с.157].

Висновки

Відтак, інноваційні методи комплексного управління небезпечними відходами є життєвоважливими для захисту здоров'я людини та навколишнього середовища. Зосереджуючись на скороченні відходів, використовуючи передові технології обробки та забезпечуючи безпечну утилізацію, промисловість може ефективно управляти небезпечними відходами протягом усього життєвого циклу. Інтеграція цих методів у комплексну систему ще більше підвищує їх ефективність, роблячи інтегроване управління небезпечними відходами ключовим елементом сталої промислової практики. Оскільки технології продовжують розвиватися, так само розвиватимуться стратегії поводження з небезпечними відходами, забезпечуючи стале та безпечне середовище.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Петрук В.Г., Машков О.А., Абідов С.Т., Гура К.Ю.Методологія інтегрованого управління екологічною безпекою природоохоронних систем // Екологічні науки – 2021.– № 2. – С. 153-161
2. Управління та поводження з відходами. Частина 2. Тверді побутові відходи : навчальний посібник. Петрук В. Г., Васильківський І. В., Кватернюк С. М. Вінниця : ВНТУ, 2015. – 100 с.
3. Sukru Dursun, Lyudmyla Symochko, Hysen Mankolli Bioremediation of heavy metals from soil: an overview of principles and criteria of using // Agroecological journal. – 2020. – №. 3. – P. 6-12

Петрук Роман Васильович — професор кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля Вінницького національного технічного університету, Вінниця, e-mail: prroma07@gmail.com

Файчук Володимир Валерійович — аспірант кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля Вінницького національного технічного університету, Вінниця, e-mail: fajjchuk@gmail.com

Petruk Roman Vasyliovych – Professor of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies of the Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: prroma07@gmail.com.

Faichuk Volodymyr Valeriyovych – graduate student of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies of the Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. e-mail: fajjchuk@gmail.com.

МЕТОД РОЗСОСЕРЕДЖЕНОЇ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано метод переробки відходів на великих земельних площах з контролем безпечної концентрації та неперевищення ГДК, що дозволяє позбутися значних кількостей накопичених відходів та отримати користь з цього.

Ключові слова: утилізація, переробка, безпечна концентрація, метод розсосередження.

Abstract

A method of waste processing on large land areas with control of safe concentration and non-exceeding the MPC is proposed, which allows you to get rid of significant amounts of accumulated waste and benefit from it.

Key words: utilization, processing, safe concentration, method of dispersion.

Вступ

Сьогодні в світі накопичуються значні обсяги промислових, побутових, сільськогосподарських та ін. відходів. Існують технології які передбачають способи їх утилізації та переробки, проте вони передбачають наявність дорого вартісного обладнання, енергоресурсів, кваліфікованих кадрів та інше. Тому часто спостерігається досить звичне накопичення відходів з перспективою їх переробки в майбутньому. Існують величезні терикони пустих гірських порід та значні території накопичення побутових відходів. Також накопичуються певні високотоксичні сполуки. В той же час певні відходи при потраплянні в довкілля досить швидко можуть зазнавати безпечного включення в природні процеси і тим самим відбувається їх знешкодження. Тому досить актуальним є використання певних відходів для їх включення в колообіг хімічних елементів з отриманням користі від цього.

Метою роботи є обґрунтування доцільності використання методу розсосередженої утилізації відходів з перспективою його використання для певних небезпечних компонентів.

Результати дослідження

Для прикладу суті методу розсосередженої утилізації варто ознайомитися з будовою, наприклад, вугільно-цинкової батарейки. Вона має досить просту будову та досить звичні для довкілля хімічні компоненти. Або може містити компоненти які досить швидко розкладаються у довкіллі.

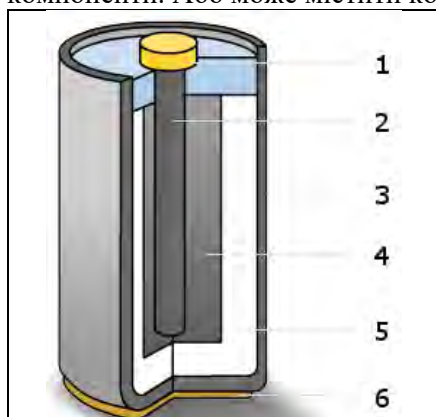


Рисунок 1 – Будова та хімічний склад вугільно цинкової батарейки

1. Металевий ковпачок, зазвичай виготовлено з сталі товщиною 0,10—0,36 мм та гальванічно покрито цинком або оловом. (Fe, Zn, Sn);
2. Під ковпачком може міститися прокладка для відводу газів.
2. Пресований вугільний стрижень з вмістом парафіну (C, C₃₁H₆₄);
3. Цинковий контейнер;
4. Вугільний брикет з вмістом електроліту;
5. Електроліт. Паста хлориду амонію чи хлориду цинку. (NH₄Cl, ZnCl₂);
6. Жестяний ковпачок (Fe, Zn, Sn);

Для зменшення течі електроліту в результаті корозії також може використовуватися кортонний чи полімерний футляр.

Загалом майже всі компоненти які наведені у складі даного типу батарейки є основними хімічними елементами довкілля, а тому зустрічаються в ньому в певних концентраціях як у ґрунті, так і у

воді. При певних типах обробки вугільно-цинкових батарейок можна відділяти металеву оболонку з полімерною прокладкою від решти компонентів – електроліту, вугільного стрижня та цинку. Як наслідок відділена складова може бути використана у якості добрива для ґрунту. Наявність цинку буде позитивно сприяти на ріст рослин [1,2].

Метод роззосередженої утилізації передбачає внесення в об'єкти довкілля (переважно ґрунт) відходів виробництва в невеликих концентраціях таким чином, щоб ці відходи змогли включитися в природні процеси і перетворитися на безпечні і корисні компоненти. Обов'язковою вимогою використання даного методу має бути використання таких компонентів і таких концентрацій, щоб не було суттєвого перевищення ГДК, а також не відбувалося поширення і перенесення хімічних сполук на значні відстані та потрапляння в поверхневі води.

До потенційно безпечних для використання у цьому методі сполук можна віднести добрива та пестициди, відходи гірничої діяльності, рослинні органічні відходи, деякі відходи деревообробки та ін.

Небезпеки методу: вочевидь, метод несе низку потенційних загроз і може бути використаний, лише як часткова альтернатива до існуючих методів переробки. Проте, які відомо жодна технологія не може бути абсолютно безпечною, і варто оцінювати потенційні ризики. Тому при достатньому науковому обґрунтуванні даний метод може бути використаний для певних хімічних речовин та відходів.

Наразі проводяться експерименти безпечності такого методу для рослин вирощених в лабораторних контрольованих умовах та значень безпечних концентрацій для різних ґрунтів.

Висновки

Встановлено, що запропонований метод може бути використано для певних відходів як альтернатива звичним методам переробки відходів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. <https://doi.org/10.3390/su16104255>
2. Hasan, M.A.; Hossain, R.; Sahajwalla, V. Critical metals (Lithium and Zinc) recovery from battery waste, ores, brine, and steel dust: A review. *Process Saf. Environ. Prot.* **2023**, *178*, 976–994. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]

Петрук Роман Васильович — професор кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля Вінницького національного технічного університету, Вінниця, e-mail: prroma07@gmail.com

Файчук Володимир Валерійович — аспірант кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля Вінницького національного технічного університету, Вінниця, e-mail: fajjchuk@gmail.com

Іщенко Віталій Анатолійович — професор кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля Вінницького національного технічного університету, Вінниця, e-mail: ischenko.v.a@vntu.edu.ua

Petruk Roman Vasyliovych – Professor of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies of the Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: prroma07@gmail.com.

Faichuk Volodymyr Valeriyovych – graduate student of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies of the Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. e-mail: fajjchuk@gmail.com.

Ischenko Vitaly Anatoliyovych – Professor of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies of the Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ischenko.v.a@vntu.edu.ua.

СОРТУВАННЯ СМІТТЯ – ОБОВ'ЯЗОК КОЖНОЇ ЛЮДИНИ!

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Анотація

Проаналізовано особливості сортування твердих побутових відходів в Україні та в Європі. Запропоновано для полегшення процесу сортування сміття, використовувати мобільний додаток «Сортуї». Наведено тип відходів, котрі не можна відправляти на сортувальні станції.

Ключові слова: тверді побутові відходи, сортування, вплив, полігони, захоронення.

Abstract

Peculiarities of solid household waste sorting in Ukraine and Europe are analyzed. To facilitate the process of sorting garbage, it is suggested to use the mobile application "Sortuj". The type of waste that can be sent to the sorting station is indicated.

Keywords: solid household waste, sorting, impact, landfills, landfills.

Вступ

Кількість твердих побутових відходів (ТПВ), що утворюються кожного дня є достатньо велика. Україна є серед країн-лідерів за кількістю полігонів твердих побутових відходів. Об'єми викинутого пластику, скла, паперу та інших відходів налічують тисячі тонн. Достатньо важко різко зменшити цю кількість відходів, але принаймні можна зупинити її ріст. Зараз в Україні, переробляється лише 5 % відходів, тому потрібно зробити все можливе, щоб ця кількість перероблених відходів з кожним роком збільшувалася [1-3].

Метою роботи є проаналізувати один з основних Законів України, що стосується сортування, переробки відходів, а саме Закон України «Про управління відходами» № 2320-ІХ від 20.06.2022. З'ясувати, як в домашніх умовах можна сортувати побутові відходи та дослідити як працює мобільний додаток «Сортуї».

Результати дослідження

Верховна Рада України прийняла Закон України «Про управління відходами» № 2320-ІХ від 20.06.2022, який регулює методи сортування відходів. У ньому вказано п'ять категорій сміття, які потрібно сортувати:

- перша категорія: паперова продукція (картон, упаковка з паперу, книги, серветки, зошити, листівки, рекламні проспекти, газети), збирають у синій контейнери;
- друга категорія: скляні вироби (банки та пляшки). Кольорове скло збирають у зелений контейнер, безбарвне – у білий;
- третя категорія: пластмасові пляшки, фольга, алюмінієві банки, пакувальні піддони для сирів, напівфабрикатів та йогуртів, картонна упаковка типу TetraPak, поліетиленові пакети та використану харчову плівку кладуть у жовті контейнери;
- четверта категорія: біорозкладні відходи (залишки їжі, лушпиння овочів, тирсу, гілки, листя, квіти, яєчна шкаралупа, кавова та чайна гуща) - у контейнери коричневого кольору;
- п'ята категорія: змішані відходи (м'ясо, кістки, риба, одноразові щоденні та менструальні жіночі прокладки, текстиль, м'які іграшки, кераміка, битий порцеляновий посуд) викидають у чорні контейнери.

Якщо не сортувати тверді побутові відходи, то їх будуть вивозити на полігони, які на даний час є достатньо переповнені. Відходи на полігонах можуть дуже довго зберігатись, і процес розкладу їх відбувається дуже повільно. Кожне невелике містечко, селище, ОСББ, може самостійно сортувати свої відходи і таким чином зменшити обсяги захоронення їх на полігоні. На сайті PROM можна придбати лінію сортування твердих побутових відходів (Рис.1).

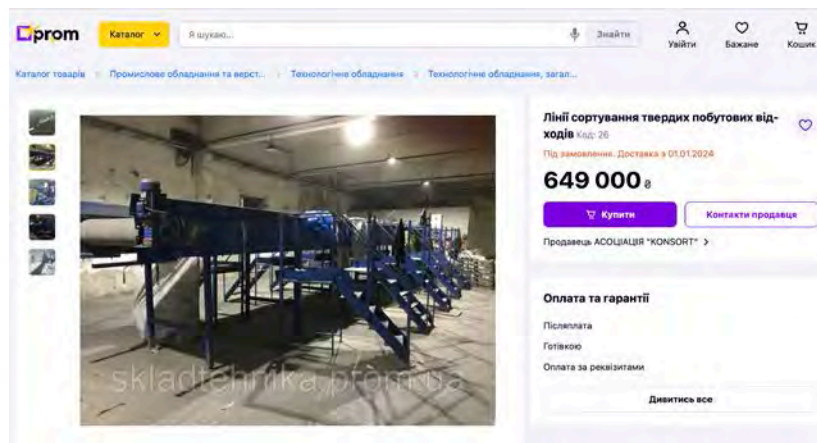


Рис. 1. Лінія сортування ТПВ. Фото з інтернет ресурсів.

В Україні на даний час є декілька десятків сортувальних ліній. Однак прибуток від продажу відсортованої сировини зазвичай не покриває витрат на процес сортування сміття. Адже чим глибшим є сортування, тим дорожчий цей процес.

Суттєво здешевити переробку сміття можна за умови, якщо мешканці будуть самостійно його сортувати. У деяких європейських країнах мешканців фінансово стимулюють до цього. Наприклад, у Німеччині, Фінляндії та деяких інших країнах Європи встановлені спеціальні автомати, куди можна здати пластикові пляшки та отримати гроші. Зазвичай у вартість напою уже закладена вартість утилізації пластикової пляшки [4,5].

Також, слід відзначити, що є створений мобільний додаток (рис. 2), який допоможе сортувати сміття. «Сортуї» - це безкоштовний додаток, який містить актуальну інформацію про сортування сміття і допоможе зробити цей процес легшим. Додаток популяризує свідоме споживання та допомагає українцям розвивати корисні еко-звички.

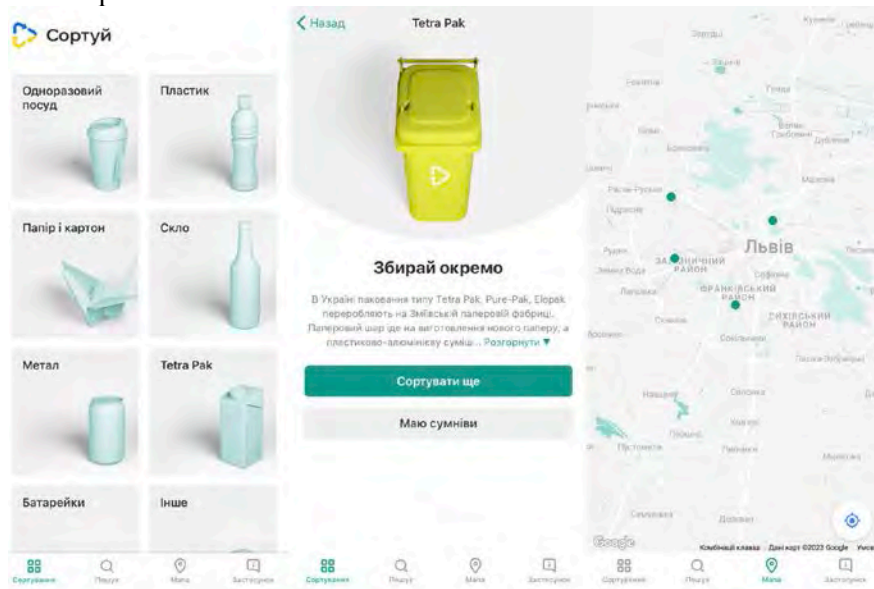


Рис. 2. Мобільний додаток «Сортуї».

«Сортуї» містить більш ніж 130 видів побутових відходів, розподілених за вісьмома категоріями. Обирай їх у каталозі або знаходь за кодом переробки чи назвою. Застосунок підкаже, як сортувати правильно і споживати більш свідомо.

На сортувальні станції не приймають наступні відходи: одяг та взуття; лампочки; термометри; фарбоване скло; гігієнічні та медичні предмети (ватні палички, шприци, підгузки та прокладки, косметику, блістери з-під таблеток, зубну нитку, пластикові тубики, станки для гоління, бахіли); тари від фарб/лаків; техніку (шукайте спеціальні станції); батарейки та акумулятори; пластилін; пластик з маркуванням PVC; пластик з металом; матраци; вироби з гуми; поролон; деревину; будівельні відходи.

Висновки

Встановлено, що з метою зменшити негативний вплив на довкілля твердих побутових відходів, їх необхідно сортувати. З цією метою, був прийнятий Верховною Радою України новий Закон України «Про управління відходами» № 2320-ІХ від 20.06.2022. Запропоновано використовувати в містечках, селищах лінії сортування твердих побутових відходів. Також, для полегшення сортування відходів, використовувати мобільний додаток «Сортуй».

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Хром'як У.В. Проблеми і напрями утилізації твердих відходів пластмас / У.В. Хром'як // Науковий вісник НЛТУ України. – 2013. - № 23.12. – С. 159-164.

2. Хром'як У.В. Вплив ЛКП «Збиранка» на навколишнє середовище та основні принципи створення нового полігону / У.В. Хром'як, А.Б. Тарнавський // Науковий вісник НЛТУ України. – 2016. - № 26.05. – С.227 - 232.

3. Тарнавський А.Б. Технологічні показники відходів поліетилену низької густини Грибовицького сміттєзвалища та можливість їх повторного перероблення / А.Б. Тарнавський, У.В. Хром'як, // Науковий вісник НЛТУ України. – 2017. - № 27.6. – С. 121 - 124.

4. Сміттева революція: як відвернути екологічну катастрофу в Україні [Електронний ресурс] // Українська правда. – Липень, 2017. – Режим доступу: <https://www.epravda.com.ua/columns/2017/07/3/626665/>. – Назва з екрана.

5. Довга Т. М. Основні тенденції та закономірності утворення і переробки твердих побутових відходів в Україні [Електронний ресурс] // Ефективна економіка. – 2012.– № 10. – Режим доступу: <http://www.economy. nauka. com. ua/ ?op=1&z=1491>, вільний. – Назва з екрана.

Хром'як Уляна Володимирівна — канд. техн. наук, доцент кафедри екологічної безпеки, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Khromyak Ulyana Vladimirovna – Assistant Professor of Department of Environmental Safety Lviv State University of Life Safety, PhD.

ПРО ОДНУ ОСОБЛИВІСТЬ ЩО ЛЕЖИТЬ В ОСНОВІ ПРИНЦИПУ СТВОРЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ

¹ДВНЗ «Приазовський Державний Технічний Університет»

²ДВНЗ «Приазовський Державний Технічний Університет»

Анотація

Робота присвячена доказам підлеглості принципу термодинамічної двоєдності, як механізму утворення промислових відходів, до другого закону термодинаміки в сенсі перерозподілу енергії та ентропії технологічного процесу заради створення умов для мінімізації промислового відходу.

Ключові слова: *промислові відходи, технологічний процес, термодинамічна двоєдність, емісія ентропії, негентронія.*

Abstract

The work is devoted to proving the subordination of the principle of thermodynamic duality, as a mechanism for the formation of industrial waste, to the second law of thermodynamics in the sense of redistribution of energy and entropy in the technological process in order to create conditions for minimizing these wastes.

Keywords: *industrial waste, technological process, thermodynamic duality, entropy emission, negentropy*

Вступ

Проблеми мінімізації відходів на протязі останніх десятиріч змінюють свої напрямки, знаходять, на перший погляд, радикальні рішення, які мали б вирішити проблеми з накопиченням відходів на планеті, але кількість та міцність світових виробництв така, що на кожен тону старих утилізованих відходів, світ створює 5-6 тон нових промислових відходів від нових виробничих систем. Автори запропонували спосіб мінімізації відходів у джерелах їх походження, в технологічному процесі, що, може стати одним з актуальних методів мінімізації нових відходів, може стати орієнтиром для створення технологій, що наближені до безвідходних [1]. І не зважаючи на додаткові витрати, пов'язані з розробкою таких технологій, цей напрямок має суттєві перспективи.

В основі принципу термодинамічної двоєдності, який відповідає за механізми утворення відходів в будь-яких виробничих системах, знаходиться розуміння того, що один і той же технологічний процес по відношенню до певної частини компонентів сировини проявляє себе як сильно нерівноважна система і функціонує за законами нелінійної термодинаміки і, в той же час, по відношенню до іншої частини сировини проявляє себе як слабо нерівноважна, або така, що знаходиться в стані термодинамічної рівноваги, і підкоряється законам лінійної термодинаміки [2, 3]. В результаті ми отримуємо готову продукцію і відходи відповідно. Такий принцип повинен повністю відповідати умовам другого закону термодинаміки, що має робити його легітимним в галузях будь-яких технологічних процесів.

Тут доречно буде звернутися на давні роботи професора Г. А. Михайлівського (1962, 1979) і Г. Н. Алексєєва (1968), які підтверджені дослідженнями групи І. Р. Пригожина [4, 5] та сучасні роботи В. І. Пампура [6], В. П. Кухаря В. П. [7], Чекаленко О. Ю. [8] про важливу, але не завжди враховану інтерпретацію другого закону термодинаміки. Вона полягає в тому, що, як закон природи, другий закон об'єктивно охоплює не тільки дисипативні, але і зворотні репаративні процеси концентрації енергії і речовини, виникнення і розвиток складних відкритих систем у живій і неживій природі, які здійснюються шляхом запозичення енергії у надсистемі. Підкреслюється дисипативно-репаративне

сполучення енергетичних перетворень, що приводить до конструктивного результату, спрямованого на зниження ентропії системи таким чином, що $dS_U = dS_f^\pm + dS_i^\pm + dS_p^\pm \geq 0$, де індекси «f», «i», «p» позначають складові ентропії відкритої системи, а саме визначають її форму, інтенсивність і щільність, а знак (\pm) позначає вектор зміни відповідної енергії дисипативного і репаративного напрямків відповідно [4].

Результати дослідження

Особливістю традиційного технологічного процесу є перерозподіл використовуваної енергії за якістю і її резервування для переробки тільки тієї частини сировини, з якої потім отримується товарний продукт (рис. 1). Але водночас, в результаті такого запозичення якісної енергії, витраченої на виробництво корисних продуктів, зростає частка ентропії ΔS_0 , що осідає в спонтанно переробленій, але «непотрібній» матеріальній частині виробництва — відходах.

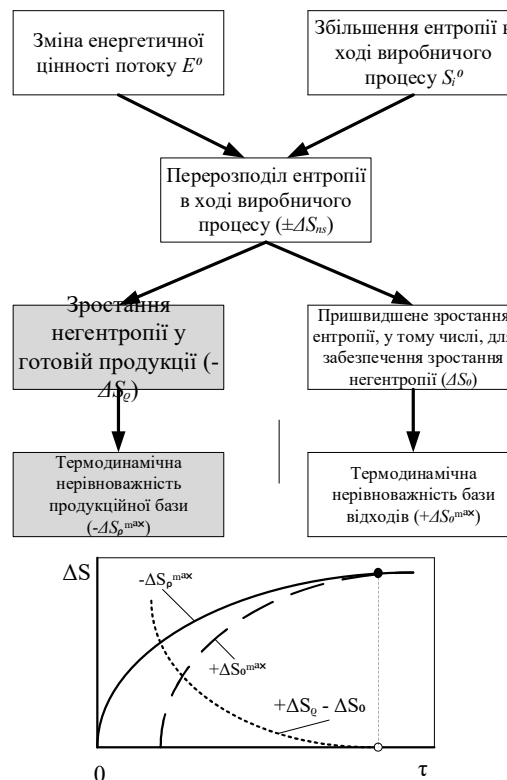


Рис. 1. — Умови перерозподілу ентропії і негентропії в процесі виробництва корисних продуктів та її графічна інтерпретація.

У виробничих системах, де створюються відходи, перерозподіл ентропії між компонентами матеріальної бази відбувається таким чином, що закладена нами в готовий продукт негентропія збільшується за рахунок зростання ентропії решти матеріальної частини системи, і в першу чергу тієї, якій приписуються властивості відходів. Це ще раз підтверджує термодинамічну двоєдність будь-якої виробничої системи відносно сировинної компонентності.

В результаті такого запозичення якісної енергії, витраченої на виробництво корисних продуктів, зазвичай, зростає частка ентропії, що осідає в якось переробленій, але «непотрібній» матеріальній частині виробництва — відходах.

Якщо об'єктом аналізу енергетичної ентропії є нерівноважна неізолювана система, в якій протікають як дисипативні, так і впорядковані, репаративні процеси перетворення енергії і речовини, то другий закон для інтегральної ентропії можна записати у вигляді

$$\Delta S_k = \sum_k \Delta S_k^\pm \geq 0, \quad (1)$$

де ΔS_k^\pm відноситься до тієї з k -их властивостей, які в даній системі змінюються в дисипативному ($\Delta S_k^\pm > 0$) або репаративному ($\Delta S_k^\pm \leq 0$) напрямках.

Таке розуміння формули другого закону термодинаміки дозволяє зробити висновки, які раніше не використовувалися для опису механізмів утворення відходів у виробничих системах. А саме. Якщо говорити про те, що другий закон тільки в замкнутій системі відображає зниження якості енергії в потоках, і ці потоки також описують матеріальні компоненти системи, то слід вважати, що в результаті реалізації технологічного процесу, здійснюваного в термодинамічно нерівноважній неізолюваній системі, відбувається наступна, вже знайома нам, узагальнююча реструктуризація до якої належить певна i -та система та яка сама має дві підсистеми ($i-1$) – виробництво відходів та ($i-2$) - виробництво корисної продукції, ентропії (Рис. 2). А саме: якщо ми прийнемо за основу ($i+1$) – надсистему, до якої належить певна i -та система та яка сама має дві підсистеми ($i-1$) – виробництво відходів та ($i-2$) - виробництво корисної продукції, то для такої надсистеми загальна кількість ентропії ($S_{i+1}^0 + \Delta S_{i-2}$), згідно з другим законом, збільшується. Водночас відбувається перерозподіл ентропії між складовими компонентами виробничої системи, а саме: між споживаною енергією ($E_{i-2}^0 + \Delta E_2^x$) на перетворення «корисної» частини сировини у продукцію, з одного боку, і енергії ($E_{i-1}^0 + \Delta E_1^x$) для «непотрібної» частин матеріального потоку сировинної бази з другого. Тут E^0 – базова енергія відповідних індексам підсистем; ΔE_1^x та ΔE_2^x – часткові долі зовнішньої енергії в двох підсистемах основної системи. Як правило, перерозподіл ентропії між компонентами матеріальної бази типової виробничої системи відбувається таким чином, що закладена нами в готовий продукт негентропія збільшується за рахунок зростання ентропії решти матеріальної частини системи, і в першу чергу, тієї, якій приписуються властивості відходів (рис. 1). Це ще раз підтверджує існування термодинамічної двоєдності для будь-якої виробничої системи.



Рис.2 – Умови для створення принципу термодинамічної двоєдності, як механізму утворення промислових відходів у виробничих системах

Якщо в системі є така внутрішня енергія (E^y) або вона подається ззовні (E^x) з надсистеми, яка здатна перевести залишкову частину сировини по відношенню до себе в термодинамічно сильно нерівноважний стан, що зображений на рис.2, то можна говорити про умовну емісію частки ентропії ΔS_{i-2} з цієї системи в надсистему, з якої ця енергія вийшла. В цьому випадку в системі з'являється робота, здатна перевести розглянуту частину сировини зі складу відходів до складу товарного продукту.

Ентропія надсистеми збільшується принаймні на емісійну величину ентропії відходів самої системи. За певних умов емісія ентропії з системи перевищує межу ентропії самої системи, і тоді в цій системі можуть спостерігатися синергетичні ефекти. Це саме той випадок, який належить принципу термодинамічної двоєдності, і який не існує супротив другого закону термодинаміки, коли в системі з'являється додаткова або існуюча, але модифікована енергія, яка може змінити стан тих компонентів, які при традиційних умовах перетворюються в відходи. У нашому випадку умовна робота, що виконується цією енергією, буде більше, ніж в традиційному технологічному процесі, на величину не збільшення ентропії в підсистемі ($i - 1$), пов'язаної з утворенням відходів і її емісії в надсистему.

Додаткова або модифікована зовнішня енергія $E^x = \Delta E_1^x + \Delta E_2^x$ у вигляді своїх частин ΔE_1^x і ΔE_2^x в певній пропорції витрачається на дві підсистеми - ($i - 1$) та ($i - 2$) (див. табл. 1). Можливий варіант, коли модифікація джерела енергії здійснюється за рахунок внутрішньої енергії такої системи $E^y = \Delta E_1^y + \Delta E_2^y$ також у певній пропорції для вказаних двох підсистем.

Умовою отримання такої додаткової енергії $E^x + E^y$ є емісія ентропії з кожної з двох підсистем шляхом «транзиту» в надсистему ($i + 1$) зі збільшенням її сумарної ентропії на величину ($\Delta S_{i-1} + \Delta S_{i-2}$). Але при цьому ентропія двох наших підсистем ($i - 1$) і ($i - 2$) сумарно зменшується, відповідно, на ΔS_{i-1} та ΔS_{i-2} . Та й ентропія самої i -ї системи, принаймні, не збільшується. Хоча б, в кінцевому результаті, може й зменшитися на величину ($\Delta S_{i-1} + \Delta S_{i-2}$). Різниця між підведеною енергією та функціями ($f(\Delta S_{i-1})$ і $\varphi(\Delta S_{i-2})$), що нас цікавлять, її втрати у вигляді ентропії ($E^x + E^y$) - [$f(\Delta S_{i-1}) + \varphi(\Delta S_{i-2})$], це й є додаткова робота, що здійснюється в підсистемах, що отримали сильну нерівноважність. У нашому випадку це робота щодо перетворення компонентів однієї з підсистем (наприклад, відходи - підсистема ($i - 1$)) в корисні продукти.

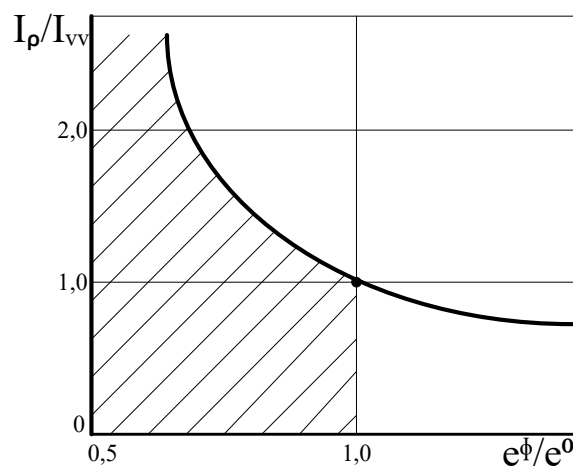


Рис. 3. — Вплив структури енергоспоживання на відносну інтенсивність утворення промислових відходів e^0 і e^ϕ — теоретично обумовлений та фактичний рівень енергоспоживання приведений до об'єму ресурсу; I_p і I_w — інтенсивність утворення продукції та відходів, відповідно, приведена до їх маси.

Безумовною метою будь-якого виробничого процесу є якісна зміна його матеріальної та енергетичної складової через свідоме перетворення компонентів сировинної бази. Причому, чим нижча якість використовуваної енергії в співвідношенні опосередкованих теоретичних (e^0) і фактичних (e^ϕ)

її витрат, тим вища відносна інтенсивність утворення відходів (рис. 3). І навпаки, зі зростанням якості фактично використовуваної енергії інтенсивність утворення відходів спадає за рахунок того, що ця енергія витрачається на переробку тієї частини сировини, яка в нормальних умовах перетворювалася би у відходи.

У розвитку цих положень четвертий і п'ятий закони енергоентропії відображають ту частку потенційних можливостей для репаративних процесів, які притаманні конкретній виробничій системі. В тому числі, ці можливості слід віднести до обмеження механізмів утворення відходів.

Раніше в наших міркуваннях ми могли бачити, що зростання негентропії виробничої системи повинно бути пов'язане з процесами перерозподілу ентропії між мінливими матеріальними компонентами системи, а також процесом загального зростання ентропії тієї ж системи, що відбувається в процесі виробничої діяльності. Причинами зростання негентропії у виробничій системі можуть бути: вдосконалення існуючих і розробка нових технологій і способів обробки сировини, нових для цього технічних засобів, інших принципів перетворення енергії в системі і т. д. Цей новітні процеси мають природні обмеження, особисті властиві кожній матеріальній системі, зокрема, що накладає другий закон термодинаміки, а також у залежності від якості використовуваної в системі енергії (рис. 3).

Якісне поліпшення енергії в цій частині має бути пов'язане в першу чергу з її впорядкуванням у структурі вироблених корисних продуктів за рахунок цілеспрямованої технології перетворення сировини. Продукцію, що випускається, можна розглядати як підсистему, в структуру якої закладена якісна енергія даної виробничої системи.

На перший погляд, такі висновки слід застосувати і до перетворення іншої частини сировини, яка потім перетворюється у відходи. Однак це не так. Порядок переробки сировини, особливості фізичних, хімічних, механічних та інших процесів, що лежать в основі тієї чи іншої технології, найчастіше не сприяють використанню енергії певного типу, запозиченої ззовні, для впорядкування елементів тієї частини сировинної бази, яка стає відходами. Якість енергії, використовуваної в процесі виробництва для перетворення цієї другої частини сировини, практично ніколи не відповідає її структурі та якості, і мало впливає на якість її перетворення. Таким чином, у цю матеріальну частину системи закладається максимально можлива ентропія всього виробничого процесу (пов'язана з втратами як теплової енергії, так і неструктурованої речовини). Тому відмінною рисою системи, що відповідає за отримання відходів, може бути її термодинамічна рівноважність із максимальною ентропією (рис. 1).

Таким чином, основною властивістю відходів різного типу є не тільки їх низька споживча привабливість, але і те, що, потрапляючи в навколишнє середовище, вони є продуктами-носіями збільшення ентропійних процесів у цьому середовищі. У той же час будь-яка виробнича система є яскравою ілюстрацією сполучених дисипативно-репаративних процесів перетворення енергії і речовини [8]. Ми глибоко переконані, що саме вони є основою механізмів утворення відходів.

Резюмуючи вищесказане, можна зупинитися на деяких ознаках, які можна прийняти стосовно принципу термодинамічної двоєдності як відповідні до другого закону термодинаміки і впливають з нього (табл. 1).

Табл. 1. – Відповідність деяких ознак принципу термодинамічної двоєдності, як механізму створення промислових відходів, другому закону термодинаміки для відкритих систем.

№	Признак	Другий закон термодинаміки	Відповідність у принципі двоєдності
1	Поводження Енергії	Транзит енергії відкритої системи в підсистему	Потрібність у додатковій енергії для переробки відходів
2	Поводження Ентропії	Не збільшення ентропії відкритої системи та її емісія в надсистему	Видалення ентропії з системи з метою мінімізації відходів
3	Дисипативні Процеси	Процеси втрати якості енергії при її Витрачанні	Процеси переносу ентропії з продукції на відхід
4	Репаративні процеси	Процеси запозичення енергії та мінімізація ентропії в відкритій системі	Додаткова синергія відносно стану компонентів сировини, що відносяться до відходів
5	Дисипативно-репаративні взаємодії	Проява синергізму та максимальне використання якісної енергії в системі	Використання якісної енергії як для продукції, так і для дій щодо мінімізації відходів

Як впливає з такого співвідношення, тільки сумісна взаємодія на структуру сировини та на якість джерел енергії в технологічному процесі дозволяє досягати можливого результату, а саме, змінити особливості та якість тих компонентів сировини, що раніше потрапляли до стану відходів.

В якості нового джерела енергії, крім основного, що бере участь в даному технологічному процесі, може виступати накладене поле різної якості: синхронізуючий енергетичний сигнал, вторинний енергетичний вплив, енергетична модуляція сильного сигналу більш слабким, резонансний ефект і т. д., зокрема, представлені на рис. 4. З метою підвищення ефективності енергетичного впливу в технологічному процесі існують способи його послідовної модифікації, а саме забезпечення полем протилежного знаку, змінним у часі полем, високочастотним полем тієї ж якості, імпульсним енергетичним полем такої ж якості, як і основне. і, нарешті, поле резонансного стану по відношенню до початкового, якщо ми маємо справу зі змінними полями. Кожна з цих модифікацій дає технологам нові можливості впливати на склад вихідної сировинної бази технологічного процесу в напрямку переробки всіх її компонентів.

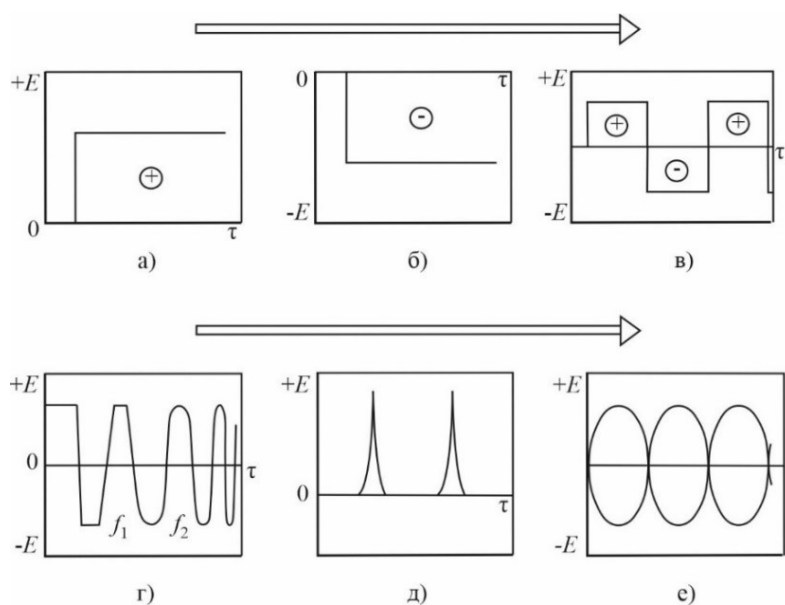


Рис. 4 – Лінія розвитку характеристик енергетичного поля, що бере участь у технологічному процесі

- а) енергетичне поле постійного знаку; б) поле протилежного знаку;
- в) змінне енергетичне поле; г) високочастотне змінне поле;
- д) імпульсне енергетичне поле; е) резонансне частотне поле.

Далеко не кожна нова енергія, задіяна в технологічному процесі, дозволяє мінімізувати одержувані відходи. Наприклад, відома в металургії практика модернізації мартенівських печей в 70-х роках минулого століття продувкою пічної ванни киснем і поява нового джерела теплової енергії - теплоти екзотермічних реакцій в зоні продувки ніяк не вплинули на необхідну якісну зміну складу і структури мартенівського шлаку, хоча і сприяли зниженню кількості чавуну, що подавалася у піч. Вони, як і раніше, остаються лише інструментарієм для підвищення якості одержуваної стали нових марок і, як і раніше, відходами. Причому більшість компонентів, що входили до складу чавуну (Si, Mn, P, S, V, Cr і ін.), підлягали більш інтенсивному окисленню і додатково збільшували кількість шлаку.

З таких позицій більш раціональним є приклад використання в доменному агрегаті нового покоління такого джерела енергії, як електричний струм і умови електролітичної дисоціації, при спроможності для просторого розділу шлаків в нижній частині цього агрегату [1]. Безумовно, це потребує додаткових досліджень, але таке джерело здатне, принаймні, цілеспрямовано впливати на структуру доменного шлаку в напрямку мінімізації оксидів.

Ще одним прикладом є технологія розкрою листового металу [2], що здатна відійти від відхідної обрізи за рахунок нових джерел енергії, що використовуються в технології. Таких прикладів ще дуже

обмаль, зокрема [9, 10], але вони тим більш важливі в якості аргументації відносно мінімізації відходів у сучасних технологіях. Всі вони виглядають, як проява відомих дисипативно-репаративних процесів, в основі яких лежить емісія ентропії та скриті можливості для мінімізації відходів у будь якому технологічному процесі.

Висновки

Здатність до перерозподілу якісної енергії всередині чи зовні системи та можливості емісії ентропії не в підсистему отримання відходів, а в надсистему, разом із компонентною структуризацією сировини, є основою для забезпечення умов, щодо мінімізації відходів у джерелі їх виникнення – виробничому процесі. Для того, щоб задовольнити вимогу мінімізації відходів у джерелі їх виникнення, технологічному процесі, необхідно змінити якісну складову використовуваної енергії, мінімізувавши ентропію самого технологічного процесу, забезпечивши її викид в надсистему. Подібна методологія вже знаходить розуміння як серед чистих екологів, так і серед промисловців, особливо, якщо це стосується нових технологічних процесів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Волошин В. С. Щодо питання про методологію мінімізації відходів у джерелі їх виникнення -технологічному процесі. Екологічні науки. № 2 (53). 2024. С.114-122.
2. Волошин В. С. Відходи та їх природа. Київ-Маріуполь, 2024. 661 с.
3. Волошин В. С. Відходи та термодинаміка. Київ-Маріуполь, 2024. – 80 с.
4. Prigogine I. Etude Thermodynamique des Phenomenes Irreversibles. These d'agregation presentee a la faculte des sciences de l'Unoversite Libre de Bruxelles (1945). Paris: Dunon 1947.
5. Prigogine I., George C. The Second Law as a Selection Principle: The Microscopic Theory of Dissipativ Processes in Quantum Systems// Proceeding of the National Academy of Science. 1983. Vol.80. P.4590-45945
6. Пампура В. И. Оптимальное управление безопасностью экологически опасных объектов. К., 2012. – 348 с.
7. Кухарь В. П. Экотехнология. Оптимизация технологии производства и природопользования. К. : Наукова думка, 1989. 264 с.
8. Чаленко О. Ю. Самоорганізація, ентропія в природі та економіці / О. Ю. Чаленко // Наука та інновації. 2013. Т. 9, № 4. - С. 13-24. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/scinn_2013_9_4_3
9. Бутенко Е. О., Волошин В. С. Сучасні технології очищення стічних вод промислових підприємств. V Міжнародна науково-технічна конференція « Водопостачання і водовідведення: проектування, будівництво, експлуатація, моніторинг» (11-13 жовтня 2023, Україна, Львів): Збірник матеріалів – Львів-Київ, 2023. – С. 86-87.
10. Волошин В. С., Бутенко Е. Ю. Відносно питання про деякі нормативні вимоги щодо питної води. V Міжнародна науково-практична конференція «Водопостачання та водовідведення: проектування, будівництво, експлуатація, моніторинг» 2023, Україна, Львів-Київ. С. 88-90

Волошин В'ячеслав Степанович, – д-р техн. наук, професор, Приазовський Державний Технічний Університет, м. Маріуполь (м. Дніпро)

Бурко Вадим Анатолійович, – кандидат техн.наук, доцент кафедри промислових теплоенергетичних установок і теплостачання, Приазовський Державний Технічний Університет, м. Маріуполь (м. Дніпро), e-mail: burko_v_a@pstu.edu

Voloshyn Vyacheslav S., – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Pryazovsky State Technical University, Mariupol (Dnipro)

Burko Vadim A., – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the department of industrial thermal power plants and heat supply, Pryazovsky State Technical University, Mariupol (Dnipro), e-mail:burko_v_a@pstu.edu

ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ У М.ПІДГОРОДНЕ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ МОБІЛЬНИХ ТА МОДУЛЬНИХ СИСТЕМ ОЧИЩЕННЯ ECOSOFT

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Анотація.

В умовах зростання урбанізації, промислового розвитку та зміни клімату забезпечення доступу до безпечної та чистої води стає критичним. Основою для вирішення проблем є впровадження систем очищення води Ecosoft, до складу яких входять мобільні системи Oasis C300, Oasis C1500 та модульна система Modul які дозволяють покращити якість питної води.

Ключові слова: забарвленість, жорсткість, сухий залишок, якість питної води.

Abstract.

With increasing urbanization, industrial development and climate change, ensuring access to safe and clean water is becoming critical. The basis for solving the problems is the introduction of Ecosoft water purification systems, which include mobile systems Oasis C300, Oasis C1500 and modular system Modul, which allow improving the quality of drinking water.

Keywords: color, hardness, dry residue, quality of drinking water.

Вступ

Забезпечення населення якісною питною водою є одним із найважливіших завдань сучасного суспільства. Проте результати показують, що вода з багатьох джерел не відповідає нормативним вимогам, що може мати негативний вплив на здоров'я населення.

Метою роботи є впровадження мобільно-модульної системи очищення води Ecosoft у м.Підгородне для покращення якості питної води.

Результати досліджень

Відповідно до програми моніторингових досліджень відібрано проби води з різних джерел у населеному пункті м. Підгородне. Результати аналізу показали, що хімічні та мікробіологічні показники води не відповідають вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 (табл.1) [1].

Заходи щодо поліпшення якості питної води включають проведення санітарно-технічних заходів, встановлення систем фільтрації, використання хімічних методів очищення, проведення регулярних моніторингових та просвітницьких заходів для населення [2].

При санітарно-технічних заходах необхідно проводити очищення та дезінфекцію колодязів (для зменшення мікробного навантаження), покращувати герметичність колодязів (уцільнення конструкцію колодязя та свердловини для запобігання проникнення забруднюючих речовин) [2].

При установці системи фільтрації використовуються механічні фільтри (для видалення механічних домішок, що зменшують каламутність), системи зниження жорсткості (так звані пом'якшувачі води для зниження загальної жорсткості), системи зворотного осмосу (для видалення механічних домішок та хлоридів).

З метою покращення якості питної води у м.Підгородне було вирішено запровадити мобільні модульні системи очищення води Ecosoft Oasis C300, Oasis C1500 та Modul. Ці системи відрізняються високою продуктивністю, мобільністю та здатністю швидко забезпечити отримання якісної питної води [3].

Завдяки, встановленню системи очищення води Ecosoft очікуються наступні показники покращення якості води:

Oasis C300: продуктивність - до 5 м³ на добу, показники після очищення - кольоровість ≤ 2 градуси, жорсткість ≤ 7,0 ммоль/дм³, хлориди ≤ 100 мг/дм³, каламутність ≤ 0,5 мг/дм³, перманганатна окиснюваність ≤ 3 мгО/дм³, сухий залишок ≤ 800 мг/дм³.

Oasis C1500: продуктивність - до 30 м³ на добу, показники після очищення - колір ≤ 1 градус, жорсткість ≤ 5,0 ммоль/дм³, хлорид ≤ 80 мг/дм³, каламутність ≤ 0,3 мг/дм³, перманганатна окиснюваність ≤ 2 мгО/дм³, сухий залишок ≤ 700 мг/дм³.

Модульна система Modul: продуктивність - до 200 м³ на добу, показники після очищення - забарвленість ≤ 0,5 градуса, жорсткість ≤ 4,0 ммоль/дм³, хлориди ≤ 50 мг/дм³, каламутність ≤ 0,1 мг/дм³, перманганатна окиснюваність ≤ 1 мгО/дм³, сухий залишок ≤ 600 мг/дм³ [3].

Таблиця 1- Результати відбору проб води з різних джерел

Місце відбору	Показник	Значення	Нормативне значення
ОСББ «Світанок», м. Підгороднє, вул.Рабоча	Забарвленість	35,3 °	≤ 20°
	Загальна жорсткість	15,5 моль/дм ³	≤10,0 моль/дм ³
	Хлориди	265,0 мг/ дм ³	≤250 мг/дм ³
	Сухий залишок	1587,5 мг/ дм ³	≤1000,0 мг/ дм ³
КЗ «Південукргеологія» м. Підгороднє на розі вул. Шосейна та вул.Геологів	Запах при 20°С	3 бали	≤ 2 бали
	Забарвленість	56,4°	≤ 20°
	Каламутність	4,13 мг/ дм ³	≤ 1,508 мг/ дм ³
	Хлориди	370,0 мг/ дм ³	≤250 мг/ дм ³
м.Підгороднє, вул.Лебедина, 67	Сухий залишок	1528,5 мг/ дм ³	≤ 1000,0 мг/ дм ³
	Забарвленість	49,2°	≤ 35°
	Перманганатна окиснюваність	5,12 мгО/ дм ³	≤ 5,0 мгО/ дм ³
	Амоній	4,28 мг/ дм ³	≤ 2,6 мг/ дм ³
	Загальна жорсткість	19,0 моль/дм ³	≤10,0 моль/дм ³
	Хлориди	415,0 мг/дм ³	≤350 мг/дм ³
м.Підгороднє, вул.Лебедина, 67	Сухий залишок	≤1748,0 мг/ дм ³	≤1500,0 мг/ дм ³
	Забарвленість	50,2°	≤ 35°
	Загальна жорсткість	13,5 моль/дм ³	≤7,0 моль/дм ³
	ЗКЧ	53,1 КУО/100 см ³	≤ 1,0 КУО/100 см ³

Висновки

Використання сучасної системи очищення води Ecosoft – ефективне рішення для забезпечення високої якості питної води. Впровадження цих систем у м.Підгороднє дозволить питній воді відповідати нормативним вимогам. Впровадження мобільних та модульних систем очищення води значно покращить якість питної води, що позитивно вплине на здоров'я людей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Державні санітарні правила і норми ДСанПіН 2.2.4-171-10 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною": затв. наказом МОЗ України від 12.05.2010 р. № 400.
2. Про питну воду та питне водопостачання: Закон України від 10 січ. 2002 р. № 2918-III. Відомості Верховної Ради України. 2002. № 16. Ст. 112.
3. Матеріал онлайн курсу для спеціалістів «Сучасні методи локальної водопідготовки».

Бараннік Анастасія Євгенівна – студентка групи ТЗНС-21, факультет водогосподарської інженерії та екології, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, e-mail: barannik.nastia@gmail.com

Макарова Тетяна Костянтинівна - канд. с.-г. наук, доцентка кафедри цивільної інженерії, технологій будівництва і захисту довкілля, Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет

Barannik Anastasia E. - student of the TZNS-21 group, Faculty of Water Management Engineering and Ecology, Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, e-mail: barannik.nastia@gmail.com

Makarova Tetyana K. - candidate. s.-g. of Sciences, associate professor of the Department of Civil Engineering, Construction Technologies and Environmental Protection, Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University

ВПРОВАДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ВОГНЕТРИВІВ НА ПРИКЛАДІ ТОВ «САВЕКС МІНЕРАЛС»

Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет

Анотація

Досліджено напрямки екологічної стратегії підприємства з виробництва неформованих вогнетривів. Наведено приклад використання екологічних добавок та заходів з впровадження екологічно чистих технологій

Ключові слова: екологічні добавки, екологічна стратегія, рекуперация енергії, замкнуте водопостачання

Abstract

The directions of the environmental strategy of the enterprise for the production of unformed refractories have been studied. An example of the use of ecological additives and measures to implement ecologically clean technologies is given

Keywords: ecological additives, ecological strategy, energy recovery, closed water supply

Вогнетривкі матеріали – матеріали (вироби) зі значною (понад 1580°C) вогнетривкістю. Розрізняють вогнетривкі матеріали динасові, кварцові, шамотні, доломітові [1].

Неформовані вогнетриви — це матеріали, які використовуються для виготовлення вогнетривких конструкцій і покриттів, але не мають конкретної форми для їх використання. Вони традиційно постачаються у вигляді порошків, паст або сумішей, які можна формувати за допомогою різних методів, таких як літання, пресування або розпилення. Порошки шамотні, мертеля, заповнювачі вогнетривкі шамотні застосовуються у важкій промисловості, при футеруванні вогнетривких виробів, які при виготовленні самих вогнетривів.

Виробництво вогнетривів може мати кілька негативних впливів на навколишнє середовище [2]: викиди забруднюючих речовин (пил, діоксид сірки та оксид азоту); використання сировини (потреба у значних обсягах природних ресурсів: глина, вапняк, боксити та інші мінерали); водні ресурси (потреба у значних обсягах води при виробництві та забруднення важкими металами та іншими токсичними сполуками через відходи виробництва); відходи (тверді, рідкі та газоподібні); енергетичні витрати (енергія для виробництва отримується з невідновлювальних джерел, це може сприяти викиду парникових газів); соціально-економічні аспекти (забруднення навколишнього середовища може призвести до погіршення здоров'я населення) [3,4].

Для урахування всіх цих аспектів компанія «Савекс Мінералс», яка є великим національним виробником, розробником і новатором в області неформованих вогнетривів на території України, розробляє екологічно чисті технології виробництва вогнетривів. Основою інноваційного методу є використання екологічних добавок у виробничому процесі, що значно знижує негативний вплив на довкілля та підвищує ефективність виробничих операцій.

Одна з ключових переваг використання добавок полягає у зниженні викидів у повітря. Виробничі процеси часто супроводжуються утворенням пилу та дрібних часток, які потрапляють у навколишнє середовище. Додавання спеціальних хімічних реагентів дозволяє зменшити кількість цих викидів, що покращує якість повітря та зменшує ризики для здоров'я населення, яке мешкає поблизу підприємства. Ще однією важливою сферою використання екологічних добавок є очищення стічних вод. Під час видобутку та переробки мінералів у воду можуть потрапляти важкі метали та токсичні сполуки. Спеціальні реагенти допомагають прискорити процес очищення води, нейтралізуючи шкідливі речовини та роблячи воду безпечною для повернення до природних водних систем. Це дозволяє запобігати забрудненню річок та підземних вод, зберігаючи екосистеми та водні ресурси.

Екологічні добавки також можуть зменшувати енергоспоживання на виробництві. Деякі речовини сприяють більш ефективному перебігу хімічних реакцій, що дозволяє знизити потребу в нагріванні або охолодженні сировини. Це зменшує використання енергії та сприяє зниженню викидів парникових газів, що позитивно впливає на глобальну екологічну ситуацію. Данні добавки можуть стабілізувати

промислові відходи. Додавання спеціальних реагентів дозволяє зробити відходи менш шкідливими, перетворюючи їх на безпечні матеріали, які можна використовувати в інших галузях, наприклад, у будівництві. Екологічні добавки також сприяють поліпшенню якості кінцевої продукції. Використання таких добавок підвищує міцність та чистоту мінеральних матеріалів, що дозволяє зменшити використання сировини та оптимізувати виробничі процеси. Це приносить економічну вигоду для підприємства, оскільки зменшує витрати на ресурси та водночас підвищує конкурентоспроможність продукції.

Окремо виділяють використання біорозкладних добавок, що є екологічно безпечними. Вони не накопичуються в природі, швидко розкладаються до нешкідливих компонентів та не створюють токсичних відходів. Такі добавки допомагають не лише зменшити вплив виробництва на довкілля, але й сприяють довготривалому сталому розвитку.

Крім екологічних добавок ТОВ «Савекс Мінералс» впровадило сучасні фільтраційні системи та технології очищення димових газів. Однією з ключових технологій є системи фільтрації із використанням електрофільтрів та рукавних фільтрів, які забезпечують затримку твердих часток та пилу перед викидом в атмосферу. Ці системи здатні знижувати викиди пилу на 90% і більше, що значно покращує якість повітря в регіоні.

Для скорочення споживання води та запобігання її забрудненню підприємство впровадило системи замкнутого водопостачання. Ці системи дозволяють багаторазово використовувати воду у виробничих процесах, не випускаючи її за межі підприємства. Стічні води очищаються за допомогою фізико-хімічних та біологічних методів очищення, після чого повертаються у виробничий цикл. Це дозволяє значно зменшити обсяг води, що забирається з природних джерел, і мінімізувати забруднення водних екосистем.

Для підвищення енергоефективності підприємство впровадило технології рекуперації енергії. Ця технологія передбачає повернення та повторне використання теплової енергії, що утворюється під час виробничих процесів. Наприклад, тепло, яке виділяється при роботі печей та інших теплогенеруючих установок, використовується для обігріву виробничих приміщень або для інших технологічних потреб. Це дозволяє зменшити споживання енергії, знизити викиди парникових газів та підвищити загальну ефективність виробництва.

З метою зменшення залежності від традиційних видів палива та зниження викидів парникових газів, підприємство почало впроваджувати відновлювані джерела енергії, такі як сонячна та вітрова енергія. Встановили сонячні панелі на території своїх виробничих об'єктів, що дозволяє частково забезпечувати потреби в електроенергії за рахунок екологічно чистих джерел. Це сприяє зменшенню навантаження на електромережу та зниженню загального рівня викидів вуглекислого газу.

ТОВ «Савекс Мінералс» активно використовує сучасні технології переробки та утилізації промислових відходів. Одним із важливих рішень є впровадження технології перетворення відходів на вторинну сировину, яка дозволяє використовувати залишки мінералів та шлаків у будівельній промисловості. Це допомагає зменшити обсяг відходів, які потребують утилізації, та знизити навантаження на полігони для твердих побутових відходів.

Окрім цього, підприємство впровадило системи біологічної переробки органічних відходів, що дозволяє зменшити обсяги органічних забруднень та виробляти біогаз для подальшого використання як джерела енергії.

Отже підприємство ТОВ «Савекс Мінералс» впроваджує усі необхідні заходи щодо попередження негативних впливів на навколишнє середовище.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вогнетривкі матеріали // Термінологічний словник-довідник з будівництва та архітектури / Р. А. Шмиг, В. М. Боярчук, І. М. Добрянський, В. М. Барабаш ; за заг. ред. Р. А. Шмига. — Львів, 2010. — С. 52. — ISBN 978-966-7407-83-4.
 2. Influence of microsilia on mechanical properties of basic castables. / J. Szczerba, R. Prorok, Z. Czapka et al. Proceedings of the Unified International Technical Conference on Refractories (UNITECR 2013). 2014. P. 1013-1018.
 3. ДСТУ ISO 14004:2016. Системи екологічного управління. Загальні настанови щодо запровадження. Київ, 2017. 60с.
 4. Ресурсоефективне та чисте виробництво: навчальний посібник. Проект в рамках програми «Екологізація економіки в країнах Східного партнерства Європейського Союзу» за підтримки ООН з промислового розвитку ЮНІДО та Центру ресурсоефективного та чистого виробництва в Україні, 2017. 84 с. URL: <https://cutt.ly/HRdtW3I>
- Макаров Андрій Віталійович** - канд. тех. наук, ст. викл. кафедри цивільної інженерії, технологій будівництва і захисту довкілля, Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет.
- Корецький Данило Денисович** - студент гр. ТЗНС-1-21, факультету водогосподарської інженерії та екології, Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет

УТИЛІЗАЦІЇ ФОСФОГІПСУ В ЗРОШУВАНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Анотація

Досліджено та обґрунтовано можливість одночасного вирішення екологічної проблеми утилізації великої кількості відходів фосфогіпсу, використання його в якості хімічного меліоранта для проведення агротехнічних заходів щодо уповільнення, або усунення процесів засолення зрошуваних ґрунтів.

Ключові слова: утилізація, фосфогіпс, деградація ґрунтів, засолені ґрунти, хімічна меліорація

Abstract

The possibility of simultaneously solving the ecological problem of the disposal of a large amount of phosphogypsum waste, using it as a chemical ameliorant for agrotechnical measures to slow down or eliminate the salinization of irrigated soils has been investigated and substantiated.

Keywords: utilization, phosphogypsum, degradation of grounds, saline grounds, chemical reclamation

Зміна кліматичних умов і щорічний приріст населення на планеті спонукає до переходу на зрошуване землеробство для подолання продовольчої кризи, бідності та покращення якості життя. Однак, сьогодні все частіше на перевагу економічним показникам розвитку меліорації земель постають питання екологічного характеру.

Проведені дослідження впливу зрошення у басейнах річок на різних континентах виявили, що процеси засолення ґрунтів знаходяться на першому місці поміж інших критеріїв впливу на навколишнє природне середовище [1]. Через проблеми засолення щороку в світі виводиться з використання тисячі гектарів земельних угідь. Нараховується від 10 до 48 % території зрошуваних площ, що потерпають від процесів засолення. Найчастіше засолення пов'язано саме з поливним землеробством [2].

Для попередження процесів осолонцювання та засолення потрібно проводити хімічні меліорації. В умовах зрошуваного землеробства України поширені агромеліоративні заходи із застосуванням хімічних меліорацій, що передбачають внесення в ґрунт речовин природного або техногенного походження [3]. Перевага в цьому відношенні надається гіпсу [4]. Встановлено, що застосування гіпсу підвищує вміст обмінного кальцію і значно зменшує кількість поглинутого натрію. Проте навіть за високих доз гіпсу не вдається досягти необхідного рівня насичення ґрунтового розчину кальцієм за відсутності зрошення. За рахунок витіснення натрію з поглинального комплексу ґрунту кальцієм або іншими дво- чи тривалентними катіонами зменшується рухливість ґрунтових колоїдів, знижується лужність і підвищується доступність для рослин азоту, фосфору, калію і кальцію, активізуються мікробіологічні процеси. При цьому застосування гіпсу лише обмежує, або послаблює негативні процеси, але не усуває їх повністю [4].

Також тривають дискусії щодо підходів до розрахунку доз хімічних меліорантів та особливостей взаємодії гіпсу з ґрунтом і водою. Актуальним є також дотримання екологічних аспектів застосування меліорантів, що зумовлює необхідність пошуку нових, більш ефективних заходів щодо ресурсозбереження та забезпечення екологічної безпеки [1].

Збільшення площі деградованих ґрунтів посилюється військовою агресією російської федерації на території України. Війна вже призвела і продовжує призводити до катастрофічних наслідків для навколишнього середовища, зокрема до забруднення води та ґрунту. Підлив Каховської ГЕС призвів до припинення водопостачання 31 зрошувальної системи у Дніпропетровській (30 %), Запорізькій (74 %) та Херсонській (94 %) областях. Нині господарства змушені використовувати мінералізовані ґрунтові та шахтні води, що призводить до щорічного збільшення ризику подальшого засолення [5].

Використання фосфогіпсу може стати одним із важливих напрямів рекультивациі та меліорації ґрунтів, забруднених внаслідок прямих і непрямих військових дій. В Україні накопичено більше 50 млн. тон фосфогіпсу, тому його екологічно безпечна утилізація є досить актуальним та нагальним

питанням. У місцях накопичення фосфогіпсу важкі метали зазнають горизонтального та вертикального перерозподілу в ґрунтовому профілі за рахунок вимивання з відвалів під дією атмосферних опадів, що може призвести до їх подальшої міграції у водоносні горизонти. Тому розширення можливостей використання фосфогіпсу в екологічно чистий спосіб є гострою потребою не лише в Україні.

Внесення фосфогіпсу в ґрунт покращує аерацію, пористість, інфільтрацію, постачання киснем і надходження кремнійвмісних речовин із сильним потенціалом коагуляції з органічними сполуками ґрунту. Все більшого значення набуває практика використання фосфогіпсу як меліоранта [4]. Утворення органо-мінеральних комплексів з фосфогіпсом у ґрунті відбувається за рахунок зв'язування лабільних органічних речовин у стійкі агрегатні утворення з колоїдними мікрочастинками фосфогіпсу.

Можна виділити такі особливості фосфогіпсу: він є джерелом макро- і мікроелементів для розвитку різних екотрофних груп мікроорганізмів; кисла реакція фосфогіпсу створює сприятливі умови для розпаду органічних сполук, таких як поверхнево-активні речовини, вуглеводні та інші речовини, що дозволяє компостувати його з відходами, такими, як осад стічних вод, солома, гній і пташиний послід; компостування різних видів органічних відходів разом із фосфогіпсом, а також використання його разом із дигестатом значно покращує санітарно-епідеміологічну ситуацію та може знайти практичне застосування в оздоровленні навколишнього природного середовища.

Крім позитивних якостей, фосфогіпс має і негативні властивості. Як будь-який інший меліорант, він не знижує вмісту токсичних солей у кореневмісному шарі ґрунту, а отже, не запобігає можливому вторинному засоленню зрошуваного ґрунту. Він недостатньо розчинний у воді, щоб повністю виключити небезпеку іригаційного засолення в ґрунтах, политих водами третього та другого класу, яким загрожує засолення. Навіть за внесення дуже високих доз цього меліоранта можливе залишкове слабке або помірне засолення ґрунту. Необхідно також враховувати шкідливі домішки (важкі метали, радіонукліди та ін.), які можуть бути у фосфогіпсі, оскільки слід розглядати відходи хімічної промисловості залежно від сировини та технологічних процесів виробництва мінеральних добрив [4].

Використання фосфогіпсу позитивно впливає на фізико-хімічні властивості засолених ґрунтів. Проведені нами та іншими науковцями дослідження підтвердили посилення меліоративної дії фосфогіпсу в умовах зрошення. В умовах Степу України нашими дослідженнями [4] встановлено ефективність при внесенні фосфогіпсу нормою 6 т/га в неполивних умовах восени під оранку, а при зрошенні - нормою 3 т/га під культивування навесні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Nosenenko O., Zakharova M., Vorotynseva L., Afanasiev Yu. Effect of differential of doses of chemical improver on the indicators of halogenesis of dark-chestnut alkaline soil. Bulletin of Agriculture Science 2022, 110(5), pp. 12-19. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202205-02>
2. Sanobar Dustnazarova, Azizbek Khasanov, Zulfiya Khafizova, and Kakhromonjon Davronov. The threat of saline lands, for example, in the Republic of Uzbekistan. E3S Web of Conferences 284, 02002, 2021, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128402002>
3. Lyubimova, I.N., Salpagarova, I.A. Possibility and Feasibility of Returning the Formerly Reclaimed Solonetz Lands to Agricultural Use: A Review. Eurasian Soil Sc, 2020, 53, 1270–1279. <https://doi.org/10.1134/S1064229320090094>
4. Onopriienko D.M., Makarova T.K., Tkachuk A.V., Napich H.V., Roubik H. The influence of phosphogypsum on the salt composition of salinated soil. Land Reclamation and Water Management. 2023, p.301-350. <https://doi.org/mivg202301-350>
5. Napich H.V., Onopriienko D.M. Ecology and economics of irrigation in the south of Ukraine following destruction of the Kakhov reservoir. International Journal of Environmental Studies. 2024. Volume 81. P. 301-314. <https://doi.org/10.1080/00207233.2024.2314859>

Онопрієнко Дмитро Михайлович – канд. с.-г. наук, професор кафедри цивільної інженерії, технологій будівництва і захисту довкілля, Дніпровський державний аграрно-економічний університет.

Макарова Тетяна Костянтинівна – канд. с.-г. наук, доцентка кафедри цивільної інженерії, технологій будівництва і захисту довкілля, Дніпровський державний аграрно-економічний університет.

Макаров Андрій Віталійович – канд. техн. наук, старший викладач кафедри цивільної інженерії, технологій будівництва і захисту довкілля, Дніпровський державний аграрно-економічний університет.

Onopriienko Dmytro Mykhailovych - candidate. s.-g. of Sciences, professor of the Department of Civil Engineering, Construction Technologies and Environmental Protection, Dnipro State Agrarian and Economic University.

Makarova Tetyana Kostyantynivna - candidate. s.-g. of Sciences, associate professor of the Department of Civil Engineering, Construction Technologies and Environmental Protection, Dnipro State Agrarian and Economic University.

Makarov Andrii Vitaliyovych - candidate. technical of Sciences, senior lecturer of the Department of Civil Engineering, Construction Technologies and Environmental Protection, Dnipro State Agrarian and Economic University.

ВИКОРИСТАННЯ ТА ПЕРЕРОБКА ВІДХОДІВ ПЛОДОВО-ЯГІДНИХ КУЛЬТУР

Державний університет «Житомирська Політехніка»

Анотація:

Сучасний світ страждає від забруднення навколишнього природного середовища, одним із основних джерел забруднення є нераціональне використання відходів сировини на виробництвах, серед яких харчова промисловість займає одне з перших місць. Сучасна харчова промисловість щорічно утворює понад 100 тис. тонн відходів та побічних продуктів сільськогосподарської промисловості.

Ключові слова: відходи сировини, технологія переробки, вичавки, олія, шрот, екологічна безпека, екологія.

Abstract:

The modern world suffers from environmental pollution, and one of the main sources of pollution is the irrational use of raw material waste in production, among which the food industry is one of the first. The modern food industry annually generates more than 100 thousand tons of waste and agricultural by-products.

Keywords: raw material waste, processing technology, pomace, oil, meal, environmental safety, ecology.

Переважно всі галузі виробництва, що займаються переробкою сільськогосподарської сировини, є досить матеріалоемними та ресурсозатратними. За статистикою частина відходів є вищою ніж в інших галузях, що має негативний вплив на навколишнє середовище. Результати досліджень свідчать, що у харчовій галузі близько 65 % сировини йде у відходи, що становить понад 100 млн. тонн побічних продуктів, тоді як середній коефіцієнт використання основної сировини не перевищує 35 %.

Відходи, що утворюються при переробці плодово-ягідних культур, діляться на дві умовні групи: відходи, що не підходять для переробки та повністю не придатні в їжу утворюють групу некондиційної сировини (за ступенем зрілості, формою, розмірами, зовнішнім виглядом) та друга група відходів, що утворюються під час переробки сировини (гребені, насіння, вичавки, кісточки тощо).

Відходи, що виникають в процесі переробки плодово-овочевих культур та винограду, використовуються для виготовлення харчових, технічних та кормових продуктів, досліджуючи їх хімічний склад [1-3].

Технологія використання та переробки зерняткових фруктів (груш, яблук, айви) також призводить до утворення великої кількості відходів залежно від отримання кінцевого готового продукту: виробництво компотів – понад 30 %, виробництво соків – 30-48 %, виготовлення пюре – 15-18 %.

Вичавки, що утворюються в процесі виробництва соків, містять значну кількість біологічно активних речовин, цукрів та органічних кислот. Результати лабораторних досліджень хімічного складу яблучних вичавок показав, що вони містять: пектинові речовини – 1-2 %; целюлоза – 2 %; цукор загальний – 8-12 %; зола – 0,4 %; поліфенольні речовини – 0,12-0,16 %; загальна кислотність – 0,5-0,7 %; та активна кислотність (рН) – 3,8-4,0 [1,5-7].

При переробці винограду на сік, частка вичавок під час пресування може бути в межах 18-30 % до маси сировини, тоді як частка гребенів становить майже 6 % від загальної кількості всього переробленого винограду. Біохімічний склад вичавок містить: цукрів – 1-2 %, мінеральних речовин – до 2,5 %, енотаніну – до 3 %, дубильних речовин – понад 5 % та ін. Гребені після сушіння використовують для виготовлення екстракту, етилового спирту та мінеральних добрив.

Вичавки містять понад 3 % насіння, котре піддається сушінню та в подальшому використовується для отримання олії татаніну, а залишки вичавок після вилучення насіння також просушують та використовують для виготовлення етилового спирту, винної кислоти, виннокислого вапна, таніну та кормових препаратів, а якщо це шкірочки забарвлених плодів – виготовлення барвників. Під час екстрагування вичавок екстракт відокремлюють від твердих залишків, котрі в подальшому піддають сушінню, пресуванню, розмелюванню та в подальшому використовують на корм

сільськогосподарським тваринам, як джерело біологічно активних речовин, що містять: вітаміни, мікро- та макроелементи, рослинну клітковину, фенольні сполуки та органічні кислоти.

Олія з виноградних кісточок використовується у харчових і технічних цілях, а шрот – для отримання фурфуролу або як білковий корм. Окрім олії насіння винограду містить енотанін – до 7 %. За технологією на виробництві олію та енотанін отримують одночасно за допомогою етилового спирту [4].

Відходи сировини, що містять багато антоціанів використовують для виробництва енобарвника, екстрактів, котрі в подальшому використовують для забарвлення киселів, сиропів, безалкогольних напоїв, фруктових консервів.

В технології переробки кісточкових фруктів відходами сировини є кісточка, частка яких є – 5-7 % від всієї маси фруктів. Щоб запобігти псуванню та пліснявінню вологих кісточок, їх висушують та обробляють. Шкаралупки кісточок використовують для виготовлення активованого вугілля, вони мають гарні адсорбційні властивості і застосовуються при фільтруванні газів і рідин.

Ядра кісточок використовують для отримання харчової олії та мигдалевої пасти, а макуху після отримання олії, яка також багата на корисні речовини і містить: протеїн – до 40 %, клітковину – 15 %, жир – 7-8 %, екстрактивні речовини – 19 %, зола – 11-12 %, також використовують для подальшої переробки [7, 8].

Плодово-ягідна сировина, особливо дикорослі види, такі як калина, обліпіха, чорноплідна горобина, журавлина, брусниця, хеномелес, є безцінним джерелом рослинних ресурсів. При виробництві соків частка відходів сировини сягає від 25 до 55 %, які містять у своєму складі велику кількість органічних кислот, цукрів, пектинових, мінеральних, дубильних, барвних та інших речовин. Повторне використання в технології харчових продуктів відходів плодово-ягідної сировини допоможе вирішити питання стосовно дефіциту біологічно активних добавок, велику недостачу яких відчуває практично кожна людина, яка споживає неповноцінну та рафіновану їжу. [1,8].

Отже, сьогодні надзвичайно важливо досліджувати нові напрями застосування відходів сокового виробництва, як джерела біологічно активних сполук, в технології переробки харчових продуктів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1.Петрук В.Г., Васильківський І.В., Петрук Р.В Технології захисту навколишнього середовища. Підручник. Ч.4: Технології поводження з відходами харчовихвиробництв, Вінниця: ВНТУ, 2019. 340 с.
- 2.Бойко Т.Ю. Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми машини для переробки плодкових вичавок. Праці ТДАТУ Вип. 14 Т.1, с. 59.
- 3.Чуйко А.М., Чуйко М.М. Дослідження якості виробів із дріжджового тіста і пісочного печива з використанням кріо-порошків із рослинної сировини. *Східно-Європейський журнал передових технологій* ISSN1729-3774. Вип. 2, № 12 (68), 2014.
- 4.Хомич Г.П., Ткач Н.І. Використання дикорослої сировини для забезпечення харчових продуктів БАП : монографія. Полтав. ун-т спожив. кооп. України. Полтава: РВВ ПУСКУ, 2009. 159 с.
- 5.Чуйко А. М. Використання кріас-порошків із виноградних вичавків у виробництві борошняних виробів: дисертація канд. техн. наук: 05.18.16 Харківський держ. ун-т харчування та торгівлі. Х., 2003.
6. Хомич Г. П., Горобець О. М. Технологія борошняних кондитерських виробів з використанням хеномелесу. *Нові технології і обладнання харчових виробництв: мат. міжвуз. наук.-практ. семінару*, Полтава, 2016. С. 19–21.
7. Горобець О. М. Удосконалення технології виробів з дріжджового тіста з використанням хеномелесу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.16 "Технологія харчових продуктів" Горобець Олександра Михайлівна. Одеса, 2017. 24 с.
8. Горобець О. М., Хомич Г. П., Ткач Н. І. Використання екстрактів з вичавок хеномелесу в технології виробів з дріжджового тіста. *Наукові праці ОНАХТ*. Одеса: ОНАХТ, 2016. Вип.2. Том 80. с. 22 – 27.

Кравчук Таїса Валеріївна – асистент кафедри екології та природоохоронних технологій, факультету гірничої справи, природокористування та будівництва Державного університету «Житомирська політехніка», м. Житомир, Житомирська обл., e-mail: ke_ktv@ztu.edu.ua.

Kravchuk V. Taisa - Assistant of the Department of Ecology and Environmental Technologies, Faculty of Mining, of Environmental Management and Civil Engineering, State University “Zhytomyr Polytechnic”, Zhytomyr, Zhytomyr region, e-mail: ke_ktv@ztu.edu.ua.

ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Державний університет «Житомирська Політехніка»

Анотація:

Враховуючи державну стратегію щодо використання відходів сировини харчових виробництв та світову політику в цьому напрямі, дослідження перспективних технологій переробки відходів сировини та використання вторинних продуктів в технології харчових виробництв потребує подальшого розвитку. Необхідно більш поглиблено дослідити технології переробки відходів сировини сільськогосподарських культур як джерела біологічно активних речовин.

Ключові слова: відходи сировини, технологія переробки, вичавки, макуха, олія, шрот, екологія, екологічна безпека.

Abstract:

Taking into account the state strategy for the use of raw material waste from food production and global policy in this area, the study of promising technologies for processing raw material waste and the use of secondary products in food production technologies requires further development. It is necessary to study in more depth the technologies for processing agricultural waste as a source of biologically active substances.

Keywords: raw material waste, processing technology, pomace, cake, oil, meal, ecology, environmental safety.

Технології харчової промисловості включають різні види сільськогосподарської сировини – близько 300 найменувань, які за своїми хімічно-біологічними показниками сильно відрізняються один від одного.

Проте, існують і традиційні технології харчових виробництв, котрі передбачають отримання лише одного основного продукту з сировини, вихід котрого набагато нижчий від загальної кількості сировини, а близько 70 % маси сировини йде у відходи. Більшість харчових відходів, до яких відносяться витерки, вичавки, очистки овочевої та фруктової сировини йде на корм тваринам у свіжому або консервованому вигляді, близько 20 % відходів використовують на виробництві вторинних продуктів, решта – використовується у вигляді палива та добрив.

Насіння, висушені кісточки, виннокисле вапно, відпрацьована олія, винний камінь використовують в технології фармакологічних та технічних олій, оліфи, мила, активованого вугілля, художніх фарб, харчових барвників, спирту, оцту, пектину, та у харчових технологіях. [1, 2, 4].

У світі велику увагу приділяють проблематиці використання відходів, в основному, відходів, що залишаються в галузі харчової промисловості. [1].

На даний час польські технологи розробили спосіб комплексної переробки плодів кісточок. Кісточку застосовують в технології для отримання халви, як заміник мигдальних горіхів, марципанової маси, натурального бензальдегіду, в якості кормового борошна, олії, високобілкової кормової макухи. Для отримання кісточкового порошку використовують шкарлупу кісточок. Кісточковим порошком заміняють активоване вугілля та наповнювачі при виробництві поліруючого матеріалу та спеціальних клеїв. Натуральний бензальдегід, отриманий після переробки відходів, використовується в кондитерській промисловості, в технології виробництва фотореактивів, а також як сировина у виробництві ароматичних речовин.

Американські вчені розробили апарат для рафінування кісточкової олії, в результаті роботи якого виготовляється повноцінний харчовий продукт. Дослідження, що були проведені в Італії, дозволили отримувати борошно із ядер вишневих кісточок.

Відходи винограду, бананів, цитрусових, картоплі та томатів використовують в якості вторинної сировини. На даний час тривають наукові дослідження щодо використання плодово-овочевих відходів в технології отримання вітамінів, антибіотиків, целюлози, барвників та ефірних олій.

Американські вчені отримали патент на спосіб виготовлення з відходів виробництва соків цитрусового борошна, що можна використовувати при виготовленні хлібобулочних та кондитерських виробів. Японські вчені розробили та дослідили спосіб переробки відходів яблук, та в результаті отримання яблучного напою.

Італійські та американські вчені та технологи провели низку досліджень хімічного складу білка, отриманого в результаті переробки насіння томатів. Згідно з результатами лабораторних досліджень амінокислотного складу білок насіння томатів має схожі показники з білком насіння соняшника та бобів сої.

Вчені Кишинівського інституту визначили раціональні режими сушіння кісточок фруктових плодів з використанням віброкиплячого шару та розробили прилад для сушіння кісточок з використанням комбінованого способу – віброкиплячого та киплячого шарів.

Вітчизняні вчені розробили технології для отримання з відходів консервного та харчового виробництва харчових барвників, та розробили рекомендації для їх застосування. [2,3].

На даний час широкої популярності набирають борошняні кондитерські вироби, які в своєму складі містять харчові волокна рослинного походження, що містять велику кількість клітковини, пектину, протеїну, геміцелюлози та ін. До них відносять комплексні добавки з харчових волокон люцерни, бульб топінамбуру, порошок з какаоєли, відходи з виробництва крохмалю. [3,4]

Пропонуються технології з використання великої кількості харчових волокон, які в своєму складі містять добавки білково-волоконистої композиції, топінамбуру, добавки на основі харчових волокон пшеничних висівок, харчових волокон люцерни, динуклеїнізованих хлібопекарських дріжджів, макухи виноградних кісточок та волокон виноградних вичавок. [3,4].

Обліпиховий шрот використовується в технології виробництва бісквітних та пісочних напівфабрикатів, халви, макаронних та хлібобулочних виробів, різних видів пряників. Вироби, що мають у своєму складі шрот, збагачуються харчовими волокнами – у 2-3 рази, мінеральними речовинами – у 1,3-2,4 рази, та вітамінами – у 1,5-2,6 рази, отже, у готових харчових виробках зростає харчова цінність та знижується енергетична.

В технології виготовлення борошняних виробів застосовуються фруктові добавки, порошки із яблук, з яблучних вичавок. Отримано патент на склад печива, що містить порошок з яблучних вичавок, йодовану крейду та коріння пирію.

Вчені та технологи досліджують основні шляхи використання та переробки відходів сільськогосподарських культур та плодoperеробного виробництва: вичавок яблук та груш, чорної смородини, вичавок пектиновмісної сировини, виробництво фруктового борошна та фруктових порошків [1].

Впровадження сировини журавлини в технології виробництва харчових продуктів – соусів, приправ, борошняних виробів, газованих напоїв досліджується вченими Полтавського університету економіки і торгівлі. Спостерігається позитивний вплив даних рецептурних інгредієнтів не лише на харчову цінність готових виробів, але й на формування структурних та механічних властивостей, біологічну цінність, впливають на терміни зберігання готової продукції. [5-7].

Отже, враховуючи державну стратегію щодо використання відходів сировини харчових виробництв та світову політику в цьому напрямі, дослідження перспективних технологій переробки відходів сировини та використання вторинних продуктів в технологій харчових виробництв потребує подальшого розвитку. Необхідно більш поглиблено дослідити технології переробки відходів сировини сільськогосподарських культур як джерела біологічно активних речовин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.Петрук В.Г., Васильківський І.В., Петрук Р.В Технології захисту навколишнього середовища. Підручник. Ч.4: Технології поводження з відходами харчовихвиробництв, Вінниця: ВНТУ, 2019. 340 с.

2.Бойко Т.Ю. Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми машини для переробки плодoвих вичавок. Праці ТДАТУ Вип. 14 Т.1, с. 59.

3.Синявська Н.Д., Соева добавка у лікувально-профілактичному харчування *Кондитерське виробництво*, 2003. №1. 12 с.

4.Коваленко А.А., Березняк А.Е., Попова С.Ю. Перспективи використання пектиновмісної сировини у виробництві виробів із дріжджового тіста. *Матеріали Другої Всеукраїнської науково- практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених Питаннятехнології та гігієни харчування*, 21-22.11.2013. С. 35-36.

5.Хомич, Г. П., Горобець О.М., Левченко Ю.В. та ін. Комплексне використання журавлини в технології борошняних виробів. *Науковий вісник ПУЕТ: Technical Sciences*. Полтава: 2019. Вип. 1 (86). с. 29 - 37.

6.Khomych, G., Matsuk Y., Nakonechnaya J. Study of he chemical composition of cranberry and the use of berries in food

technology. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* 2017. Vol. 6/11 (90). P. 29–35.

7. Хомич Г.П., Горобець О.М. Використання поре з журавлини в технології виробів з дріжджового тіста. Науковий вісник ПУЕТ серія Технічні науки. №1(83), 2017. С. 53 – 59.

Пацева Ірина Григорівна – доктор технологічних наук, професор, професор кафедри екології та природоохоронних технологій, факультету гірничої справи, природокористування та будівництва Державного університету «Житомирська політехніка», м. Житомир, Житомирська обл., e-mail: rig@ztu.edu.ua.

Patseva G. Iryna - Doctor of Science in Technology, Professor, Professor of the Department of Ecology and Environmental Technologies, Faculty of Mining, Environmental Engineering and Construction, State University “Zhytomyr Polytechnic”, Zhytomyr, Zhytomyr region., e-mail: rig@ztu.edu.ua.

ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЯ, ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ТА РУЙ- НУВАННЯ ГРЕБЕЛЬ

¹ Центральна геофізична обсерваторія ім. Б.Срезневського

Анотація

В роботі розглядаються питання щодо доцільності руйнування гребель на річках. Наводиться приклад позитивного впливу загат на навколишнє середовище й нагадується що зараз Європа потерпає від періоду мало-воддя, що наблизилося до 500-річного мінімуму. Наголошено про роль гідрометеорології у вирішенні багатьох екологічних проблем.

Ключові слова: гідрометеорологія, народне господарство, греблі, витрати води, заходи, антропогенний вплив, берегове регулювання.

Abstract

The work shows the nutrition and completeness of rowing on the rivers. Aiming the butt of a positive influx of water into the middle of nowhere, one can guess that Europe is currently experiencing a period of low water, which has approached the 500-year minimum. There has been talk about the role of hydrometeorology in a wide range of environmental.

Keywords: hydrometeorology, national rule, rowing, water drainage, entry, anthropogenic influx, bank regulation.

Вступ

Події останніх часів спонукають нагадати про роль гідрометеорології у вирішенні багатьох проблем сьогодення у господарській сфері. Цьому сприяють такі виклики сьогодення як зміна клімату й військові дії тощо. Про роль гідрометеорології у вирішенні народногосподарських проблем йдеться як у розділах багатьох підручників [1-4 та ін.], так й у окремих наукових виданнях [5 та ін.] Якщо раніше тут здебільшого висвітлювались питання щодо урахування гідрометеорологічної інформації у будівництві, сільському господарстві тощо [5-7 та ін.], то зараз здебільшого акцент ставиться на врахування змін клімату [8-9 та ін.], які створюють багато проблем у розвитку галузей народного господарства й погіршують екологічні проблеми на тлі антропогенного впливу на природні екосистеми.

Гідрометеорологічна інформація має багато розділів за складом вимірюваних параметрів: метеорологічні, агрометеорологічні, аерологічні, актинометричні, гідрологічні, гідрометричні, водно-балансові тощо. Всі вони тісно пов'язані зі станом навколишнього середовища, оскільки саме кількісно характеризують його за результатами інструментальних вимірів. При виникненні різних екологічних проблем варто в першу чергу з'ясувати що за процеси та параметри оточуючого середовища в першу чергу характеризують територію де виникла проблема та природні процеси навколо неї (наприклад: радіаційний баланс, частота й напрямок вітру, опадів й інш, підтоплення, високі повені, посухи й т.п.).

З огляду на широке коло питань, що охоплює поняття гідрометеорологія, зосередимося на такому питанні як заклики до руйнації гребель, про що часто чути останнім часом. Так організації із захисту природи вже не один рік поспіль (Всесвітній фонд дикої природи WWF, Національний екологічний центр НЕЦ та інш.) намагаються знести греблі в нас в країні, опираючись на досвід країн Європи та США [10]. Існує навіть всесвітній день дій проти гребель (14 березня) з ініціативи США. Так, є різні аспекти впливу гребель на навколишнє середовище й живих істот, що мешкають у воді. Але є ще й факти зникнення річок взагалі. В Україні зникло біля 10 тисяч малих річок на яких гребель не було, більшість річок (особливо на півдні), що мають греблі мають більш-менш заводнені русла до гребель й зовсім невеличкі потічки, що заросли поза ними. У Європі відмічається сильна посуха, яку вважають найсильнішою за останні 500 років [11,12 та ін.], що викликає проблеми у багатьох галузях господарства, що пов'язані з використанням річок (гідроенергетика, транспорт, зрошення тощо).

Низький рівень води, підвищення температури повітря й води сприяють заростанню річок, що уповільнює рух води в них, сприяє застою води й недостатньому насиченню води киснем, що в свою

чергу впливає на водні організми (риб, моллюск тощо). Це впливає не тільки на галузі економіки, а ще й на біорізноманіття.

Замор риби відмічався останнім часом на багатьох річках: Случ, Рось, Сейм та Десна тощо. Щодо Сейму та Десни тут не обійшлося без впливу воєнних дій (підриву мостів, що викликало акустичний удар по водних організмах, руйнування та скиди забруднюючих речовин з відстійників цукрового заводу тощо) все це попри впливу підвищення температури води у річках в зв'язку зі зміною клімату.

Зараз в нас вже є дуже трагічні приклади усування гребель під час воєнних дій (Каховське водосховище, Оскільське водосховище) й спрацювання рівнів Дністровського водосховища. Все це дуже боляче вдарило й по людському добробуту й по живій природі навкруги [13, 14 та ін.].

Спроби знести ряд гребель задля вільного просування риби по руслах річок призводить до обміління й тієї частини річок, що була в підпорі від гребель й існування потоку води, в кращому випадку, у вузькому корінному руслі й середовище для життєдіяльності більшості видів водних організмів різко зменшується.

Є думка, що руйнування гребель відновить проточність річок [14], але звідки вода буде братись на проточність? Річки живляться дощовими, сніговими водами й водами з ґрунтових горизонтів. Причому в межінь, при самих низьких рівнях води живлення надходить саме з ґрунтових горизонтів, взагалі для більшості річок ґрунтове живлення складає 40-60 % від загальної водності. Зараз маловодний період спостерігається й у ґрунтових водах. Й звідки візьметься проточність якщо береги й русло заростають рослинністю, а надходження води з ґрунтових джерел обмежене?

Без достатніх обґрунтувань й конкретних альтернативних пропозицій руйнування гребель призведе до перетворення річок у струмочки навіть у середніх та гирлових зонах по довжині річки, загибелі тієї частини водних організмів, що вже пристосувалося до співіснування з греблями.

В Україні є добрий приклад використання невеликих загат у верхів'ях гідрографічної мережі щодо припинення ерозійних процесів (досліди В.Докучаєва у Юніцькому заказнику на частині водозбору річці Деркул). Ці споруди затримують воду при зливах та сніготаненні й цим підживлюють ґрунтові води. Підняття рівня ґрунтових вод сприяє повноцінному розвитку у степу лісової рослинності, за більш ніж 100 – річний період порізана ярами та балками ділянка заросла лісом, днища ярів та балок задерновані шаром степової рослинності, під пологом лісу знайшли прихисток багато рідкісних для степової зони тварин тощо. Тобто в даному випадку вирішення однієї проблеми (захист від ерозії) сприяє вирішенню й багато інших, в тому числі й збереженню біорізноманіття.

У поводженні з річками теж потрібно знайти той захід, що сприятиме дійсно їх відродженню, а не загибелі взагалі.

Результати дослідження

Річки, що є результатом складної взаємодії атмосферних опадів, поверхні, що підстилає, і товщі ґрунтів-підґрунтя зі зміною останніх також змінюються, розвиваються, «старіють» і з'являються знову, пробиваючи собі русло у новому місці. Такі явища, як замулення чи заростання річок відбувається під дією природних чинників і антропогенних. Водність річок характеризують такі показники як шар стоку води, витрата води, рівень води, глибина води, швидкість течій тощо.

Дослідження, проведені на основі багаторічних матеріалів вимірювання витрат води на гідрометричних створах гідрометслужби, показали, що на одних річках середня глибина зростає, а на інших – циклічно коливається (рис.1). Середня швидкість в них, відповідно, - падає і зростає, рівень виходу води на заплаву також постійно змінюється, коливаючись з різницею в межах 25-30 см, змінюючись як під впливом деформацій, що відбуваються в руслі через зміну водності при проходженні паводків, так і через перенесення створу вимірювань на кілька десятків чи сотень метрів, заростання русла, підпора від розташованих нижче шлюзів або ставків і т.п. Циклічна зміна глибини води в руслі річки по створу постає за тривалий проміжок часу, швидше за все, свідчить про проходження певних стадій руслових макроформ по довжині русла. Тоді постає питання необхідності підбору найбільш відповідного способу регулювання ерозійно-аккумулятивних процесів у руслі річки, а імовірно й на водозборі.

Комплексною характеристикою водного режиму річки, що враховує також її руслоформування, є крива витрат води [15 та ін.]. Відхилення точок праворуч від однозначної кривої вільного русла означає розмив русла, а ліворуч - замулення, розкидання точок – чергування намивів і розмивів. Найбільш значущі відхилення кривих витрат повинні спостерігатися при зростанні (або убуванні) водності по-

току від року до року. На напрям і динаміку руслоформування впливає величезна кількість факторів, таких, як нахил ділянки річки, рельєф, лісистість, розораність, динаміка водності, гідротехнічні споруди, неотектонічні рухи і т. д. Природне річкове русло це не ізольоване від оточуючих бортів й стінок долини утворення. Є таке поняття як берегове регулювання, коли в період повеней вода надходить до стінок русла, у межінь – навпаки підтримує стік у руслі річки. Це явище також добре простежується на зв'язках витрат й рівнів води. Наприклад водомірний пост р. Дніпро с.Неданчичи (рис.2).

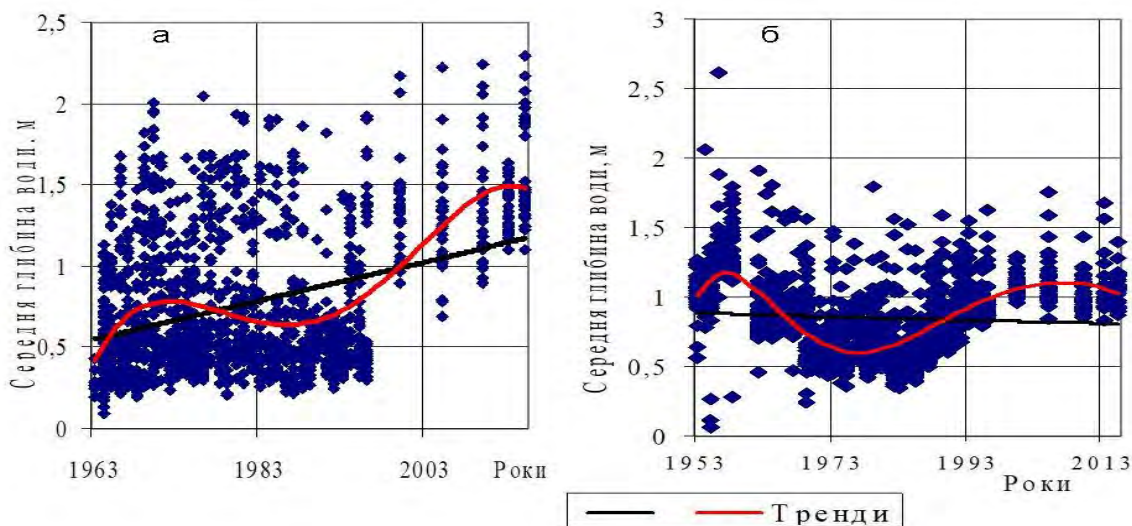


Рис. 1. Зміна середньої глибини води в гідрометричних створах водомірних постів на річках: а) Норін – с.Славенщина та б) Іква – с. Великі Млинівці за багаторічний період

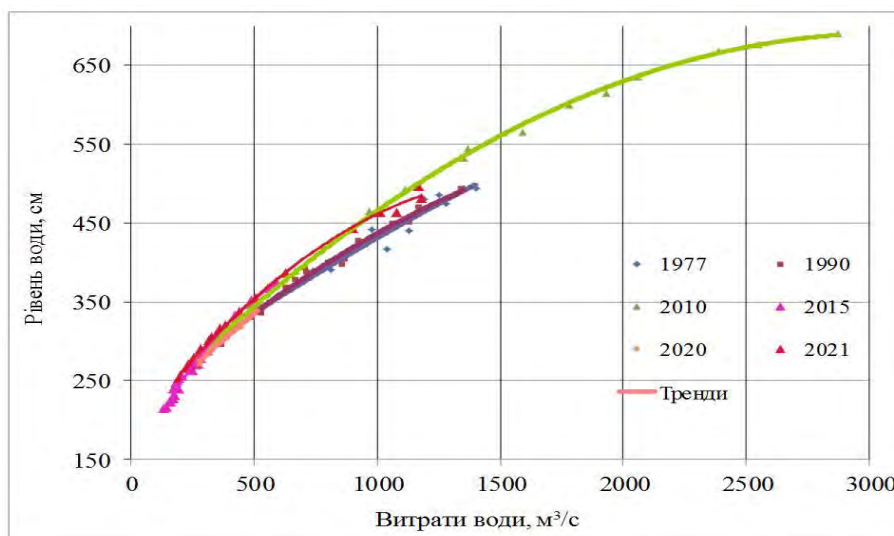


Рис. 2. Залежність витрат води від рівнів за окремі роки на гідрологічному посту Дніпро – Неданчичі

У гідрологічних щорічниках відмічається, що при великих рівнях води, на посту Дніпро – Неданчичі відчувається підпір від Київського водосховища. Від року до року спостерігається коливання кривої залежності витрат від рівнів води у ліво чи в право по осі абсцис через наявність ефекту берегового регулювання. В залежності від наявних запасів води у берегах русла й швидкості її фільтрації у русло за одного й того ж рівня води виявляються різні витрати води. Й судячи з графіку (рис.2) здебільшого рівні води останнім часом знаходяться в підпорі, з роками при одному й тому ж рівні витрати води зменшуються, тоб-то йде спрацювання запасів води з берегів. Якщо убрати фактор підпору (греблю ГЕС) то рівні а пізніше й витрати води значно зменшаться.

Висновки

Використання гідрометеорологічної інформації при прийнятті рішень саме при визначенні адекватних заходів щодо поліпшення стану малих річок й у тому числі руйнуванні чи побудові гребель відповідно до існуючих природно-антропогенних чинників дозволять зберегти екосистеми річок та зекономити кошти. Потрібен ретельний всебічний розгляд проблеми зміни водності конкретних річок й їх стану, щоб не втратити цінні екосистеми річок й не витратити кошти на не адекватні заходи. У вигаді буде природа та суспільство. Упорядкування водозборів малих річок пролонгує поліпшення стану й середніх та великих річок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Виссмен У., Харбаф Т.И., Кнэпп Д.У. Введение в гидрологию. (перевод с английского А.Н.Бэфани) / У. Виссмен. - Л.Гидрометиздат, 1979. - 471 с.
2. Воскресенский К.П. Гидрологические расчеты при проектировании сооружений на малых реках, ручьях и временных водотоках (методические основы и практика) / К.П. Воскресенский. Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1956. - 468 с.
3. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. Водохозяйственные расчеты (регулирование речного стока, водохозяйственные и водноэнергетические расчеты) / С.Н. Крицкий. - Л.:Гидрометеорологическое издательство, 1952. - 393 с.
4. Попов Е.Г. Гидрологические прогнозы / Е.Г.Попов. - Л.:Гидрометеорологическое издательство, 1957. - 460 с.
5. Угренинов Г.Н. Гидрометеорологическое обеспечение народного хозяйства / Г.Н.Угренинов. - Л.: Издательство ЛПИ, 1986.- 83 с.
6. Сербов М.Г., Шакирзанова Ж.Р. Економіка гідрометеорологічного забезпечення народного господарства України (гідрологічні аспекти) / М.Г.Сербов. - Одеса: Евротойз, 2008. – 123 с.
7. Сербов М.Г., Шакирзанова Ж.Р., Бойко В.М. Гідрометеорологічне забезпечення господарства України (економічні аспекти) / М.Г.Сербов. Одеса, ТЕС 2012. – 132 с
8. Степаненко С.М., Польовий А.М., Лобода Н.С. та інш. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України / С.М. Степаненко. - Одеса.: Вид.»ТЕС», 2015.- 520 с.
9. Степаненко С.М., Польовий А.М., Школьніий Є.П. та інш. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України / С.М. Степаненко. - Одеса: Екологія, 2011.- 694 с.
10. Національний екологічний центр//<https://necu.org.ua/14-berezhnya-vseshitniy-den-diy-proty-hrebel/>
11. Белоусова К. Голодні камені та зупинка перевезень: як посуха “вбиває” річки Європи.// Екополітика. 20 Серпня 2022. <https://ecopolitic.com.ua/ua/news/golodni-kameni-ta-zupinka-perevezen-yak-posuha-vbivaie-richki-ievropi/>
12. Період «голодних каменів»: посуха в Європі може бути найсильнішою за останні 500 років.// AgroPortal. 21 серпня 2022. <https://agroportal.ua/agrocheck/inopressa/period-golodnih-kameniv-posuha-v-ievropi-mozhe-buti-naysilnishoyu-za-ostanni-500-rokiv>.
13. Саніна І. В., Люта Н. Г. Екологічні наслідки підриву греблі Каховької ГЕС і шляхи вдосконалення водопостачання населення // Мінеральні ресурси України, № 2. 2023. - С.50-55.
14. Василюк О., Колодежна В. Чи відновлюватиме Оскільське водосховище після війни?/ Ukraine War Environmental Consequences Work Group. 2022. issue 1. С.10-16. https://uwecworkgroup.info › uwec-issue-1_ua.pdf
15. Огиевский А.В. Режим стока верхнего и среднего Днепра (за период с начала наблюдений по 1929-30 г.) / А.В.Огиевский. – Харків: «Транспорт і зв'язок», 1932. - 414 с.

Буднік Світлана Василівна — доктор геогр.н, ст.н.с., провідний гідролог Центральної геофізичної обсерваторії ім.Бориса Срезневського, Київ, e-mail: svetlana_budnik@ukr.net

Budnik Svitlana V. — Doctor of Geography Sciences, Senior Researcher, Leading Hydrologist at the Central Geophysical Observatory named after Boris Sreznevsky, Kyjv, e-mail: svetlana_budnik@ukr.net

**В.Ф. Синящик,
О.В. Харламова
Л.А. Безденєжних
Н.І. Маланюк**

УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ШЛЯХОМ ЗАЛУЧЕННЯ ЗОЛИ ТА ВІДХОДІВ ПЛАСТИКУ У ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Анотація

Для виготовлення пластикової черепиці використана ретельно збалансована суміш відходів поліпропілену (PP), кварцового піску та мінералів золи-винесення. Процес гарячого пресування застосовувався для створення зразків композитних матеріалів, на поверхні яких не виявлено тріщин або розломів. Усі зразки продемонстрували відсутність водопоглинання, що забезпечує оптимальні ізоляційні властивості черепиці. Крім того, черепиця відрізняється малою вагою та є економічно ефективнішою порівняно з традиційними матеріалами.

Ключові слова: пластикові відходи, поліпропілен, зола винесення, екологічна безпека

Abstract

A carefully balanced mixture of waste polypropylene (PP), quartz sand, and fly ash minerals was used to make the plastic shingles. A process was used to create composite material samples that showed no cracks or fractures on the surface. All samples showed no water absorption, which ensures excellent insulation properties of the tile. In addition, it is lightweight and more cost-effective than traditional materials.

Keywords: plastic waste, polypropylene, fly ash, ecological safety

Вступ

Значний вплив на навколишнє середовище мають такі промислові відходи як зола-винесення та поліпропілен (PP). Тому використання цих матеріалів є важливим для зменшення рівня забруднення. Поліпропіленові відходи мають значний потенціал для переробки, і їх вигідно застосовувати як сполучний матеріал у будівництві[1]. Зола-винесення найчастіше використовується як алюмосилікатний фіксагор у виробництві геополімербетону та ефірних сумішей як часткова або повна заміна портландцементу.

Результати дослідження

Використання пластикової черепиці замість традиційної спрямоване на зменшення негативного впливу на природні ресурси.

У нашому експерименті використано прямокутні пластини розмірами 100 мм × 100 мм × 4 мм. Дві з цих пластин були міцно скріплені разом за допомогою термостійкої стрічки. На Рис. 1 зображена конструкція прес-форми[2].

Для виготовлення композицій, матеріали з різним складом компонентів (табл.1) змішували в місильній машині та нагрівали до 165 °С при обертанні на швидкості 40 об/хв. Після кількох хвилин нагрівання суміш розплавилася і була витягнута назовні. Після охолодження утворилися грудочки, які потім подрібнили на дрібні частинки розміром від 0,2 мм до 0,4 мм за допомогою гранулятора. Для

полегшення вилучення зразка з прямокутної форми на її поверхню був нанесений спрей для вивільнення. Після цього масу, визначену за сукупністю щільності та об'єму зерен, заливали у форму. Наповнену гранулами форму поміщали між двома пластинами гарячого преса з постійною температурою 180 °С і тиском 60 бар. Зразок був виготовлений через годину, а потім він залишився всередині форми ще на півгодини, щоб газ вийшов і зразок затвердів.

Зразок виймали з форми та давали йому десять хвилин охолонути. Різке охолодження призвело до незначного вигину поверхонь кількох зразків, особливо коли вміст пластику був вищим. Для кожної композиції було створено 6 зразків. Після цього використовувався різак, щоб розрізати ці зразки до стандартних розмірів, щоб їх можна було випробовувати далі, включаючи випробування на згин, стиск і удар.

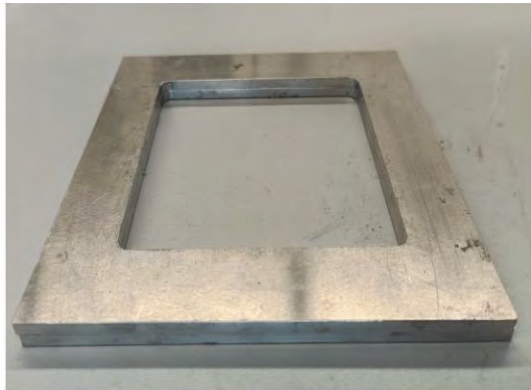


Рис.1 – Конструкція форми

Таблиця 1 – Склад композицій

Поліпропілен	Пісок	Зола винесення	Зразок
70%	30%	0%	1
	20%	10%	2
	10%	20%	3
30%	70%	0%	4
	60%	10%	5
	50%	20%	6

Експеримент для визначення водопоглинання включав зважування всіх 6 зразків у сухому стані. Потім зразки були занурені у воду на 72 години. Після цього їх ретельно висушили сухою тканиною і знову зважили. Ні один із зразків не показав ознак водопоглинання, що можна пояснити наявністю пластикового вмісту та мінімальним утворенням порожот або пор. Результати вказують на непроникність матеріалу, що робить його придатним для таких застосувань, як ізоляція дахів і місць, де передбачається прямий контакт з водою.

Вимірювання щільності поліпропіленової черепиці виявили значення 1,199, 1,168, 1,246, 1,658, 1,295, г/см³ для 1-6 зразків відповідно. Ці значення значно нижчі порівняно з відомими будівельними матеріалами. Серед композитних плиток із вмістом пластику 70% була найнижча щільність – 1,168 г/см³, а з 30% вмістом пластику – найвища щільність – 1,658 г/см³. Щільність зменшується, коли замість піску використовується зола-винесення, але надмірна кількість золи-винесення призводить до збільшення щільності. Зменшення вмісту пластику та зміни в пропорціях піску та золи-винесення призводять до вищої щільності завдяки природній вищій щільності піску порівняно з переробленим поліпропіленом і золю-винесенням, причому зола також сприяє незначним коливанням щільності.

Міцність на стиск пластикової черепиці оцінювали відповідно до ДСТУ EN ISO 604:2019 [3]. Всього досліджено 6 зразків. Кожен зразок був розрізаний на частини розміром 12 мм × 12 мм × 8 мм і випробований за допомогою машини для стиснення. Для випробувань використовували

універсальну випробувальну машину з максимальною силовою здатністю 20 кН і швидкістю випробування 1 мм/хв. Навантаження прикладалося до тих пір, поки зразок не зламається або не деформується. У разі вмісту пластику 70% додавання золи-винесення в межах від 0% до 20% призвело до значного збільшення міцності на стиск з 98,28 до 104 МПа для зразку 3. Результати для зразків 1 і 2 склали 98,28 і 99,8 МПа відповідно, що на 5,5% і 4,07% нижче, ніж для зразку 3.

Висновки

Додавання 10% золи-винесення виявилось оптимальним, оскільки перевищення цього рівня призводить до зниження міцності. Результати дослідження дев'яти різних пропорцій демонструють, що запропонована пластикова черепиця перевершує традиційну глиняну та бетонну черепицю. Ми рекомендуємо використовувати її як для покрівлі, так і для підлоги завдяки відмінній міцності на стиск і вигин, здатності до поглинання енергії, низькій щільності, мінімальному теплопоглинанню та нульовому водопоглинанню. Окрім того, використання цієї черепиці сприяє зменшенню кількості пластикових відходів, роблячи її екологічно та економічно ефективною альтернативою.

Однак, слід враховувати, що під впливом високих температур пластик може виділяти парникові гази. Тому рекомендуємо проводити процес у вакуумній камері, щоб уникнути утворення шкідливих сполук, таких як СО і СО₂, які можуть негативно впливати на довкілля.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Синящик В.Ф, Харламова О.В, Шмандій В.М, Ригас Т.Є, Безденежних Л.А. “Екологічні аспекти сталого розвитку у системі поводження з пластиковими відходами”. Науково-технічний журнал “Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування”, №1(27), 2023, м.Івано Франківськ, с.85-91
2. Thirumal, J. R., & Harish, R. (2022). Performance study of self-compacting concrete by fly ash and silica fume for sustainability in building construction. *Key Engineering Materials*, 692, 74-81.
3. DSTU EN ISO 604:2019 Plastmasy. Vyznachennya povnovazhen pid chas styskannya (EN ISO 604:2003, IDT; ISO 604:2002, IDT) [State Standard of Ukraine (DSTU EN ISO 604:2019) Plastics. Determination of properties during compression (EN ISO 604:2003, IDT; ISO 604:2002, IDT)]. Kyiv, 2019. 24 p. (Information and documentation) [in English].

Синящик Віталій Федорович – аспірант, Навчально-науковий інститут механічної інженерії, транспорту та природничих наук, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, м.Кременчук, e-mail: vitaliysvf@gmail.com

Маланюк Назарій Ігорович – аспірант, Навчально-науковий інститут механічної інженерії, транспорту та природничих наук, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, м.Кременчук

Безденежних Лілія Андріївна – Доцент кафедри Екології та біотехнології, к.т.н., доц., Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, м.Кременчук

Науковий керівник: **Харламова Олена Володимирівна** – Доцент кафедри Екології та біотехнології, д.т.н., доц., Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, м.Кременчук

Syniashchuk Vitaliy Fedorovich - PhD student, Educational and Research Institute of Mechanical Engineering, Transport and Natural Sciences, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Kremenchuk, e-mail: vitaliysvf@gmail.com

Malaniuk Nazariy Igorovich - PhD student, Educational and Research Institute of Mechanical Engineering, Transport and Natural Sciences, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Kremenchuk

Bezdeneznyh Lilija Andriivna - Associate Professor of the Department of Ecology and Biotechnology, Associate Professor, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Kremenchuk

Supervisor: **Kharlamova Olena Volodymyrivna** - Associate Professor of the Department of Ecology and Biotechnology, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Kremenchuk

МОДИФІКОВАНА ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИЩЕННЯ НЕКОНЦЕНТ- РОВАНИХ СТОКІВ МОЛОКОЗАВОДІВ

Національний університет харчових технологій, м. Київ

Анотація

Запропоновано технологію, яка передбачає включення в технологічну схему біохімічного очищення мало-концентрованих стічних вод молокопереробних виробництв додаткового обладнання, яке призначено для видалення нерозчинених органічних часток у вигляді флотомаси.

Ключові слова: стічні води, біологічне очищення, флотатор, біопівка.

Abstract

A technology is proposed, which involves the inclusion of additional equipment designed for the removal of undissolved organic particles in the form of flotation in the technological scheme of biochemical treatment of low-concentration wastewater of milk processing plants.

Keywords: wastewater, biological treatment, floater, biosinger.

Вступ

В країнах Європейського Союзу та Україні висуваються достатньо суворі вимоги до якості стічних вод, що утворюються в процесі виробничої діяльності (Regulation (EU) 2020/741 of the European Parliament and of the Council of 25 May 2020 on minimum requirements for water reuse (Text with EEA relevance) та НАКАЗ N 286 від 09.11.2021 «Про затвердження Змін до Правил приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення та Порядку визначення розміру плати, що справляється за понаднормативні скиди стічних вод до систем централізованого водовідведення» (Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 24 грудня 2021 р. за N 1671/37293) [1, 2].

Значної шкоди навколишньому природному середовищу надають недостатньо очищені або взагалі неочищені промислові стічні води підприємств харчової промисловості. Оскільки молокопереробне виробництво є одним із провідних напрямків харчової промисловості нашої країни, проблема утилізації стоків молокозаводів має стратегічне значення.

Метою роботи є розроблення технологічної схеми біохімічного очищення малоконцентрованих стічних вод молокопереробних виробництв додаткового обладнання - флотатора, призначення якого полягає в тому, що він забезпечує видалення нерозчинених органічних часток у вигляді флотомаси.

Результати дослідження

Як відомо, традиційною для молокопереробних підприємств є технологія біохімічного очищення стічних вод. Але її застосування в певних випадках може бути обмежено. Це обумовлено неефективністю роботи певних етапів даної схеми, зокрема, тривалість розділення муловодяної суміші, яка утворюється в аеротенках стандартної конструкції.

В основу модифікованої технології поставлена задача підвищення ефективності схеми очищення шляхом видалення нерозчинених ксенобіотиків та більш інтенсивного окиснення забруднювальних речовин. Дана технологія передбачає включення в технологічну схему процесу очищення додаткового обладнання - флотатора, який призначений для видалення нерозчинених органічних часток у вигляді флотомаси, та дискового біофільтра.

Організація процесу очищення передбачає застосування наступного обладнання: ґратки – 1; піско-вловлювач – 2; флотатор – 3; аеротенк – 4; дисковий біофільтр – 5; відстійник вторинний – 6; ємність для піногасіння – 7; сепаратор – 8.

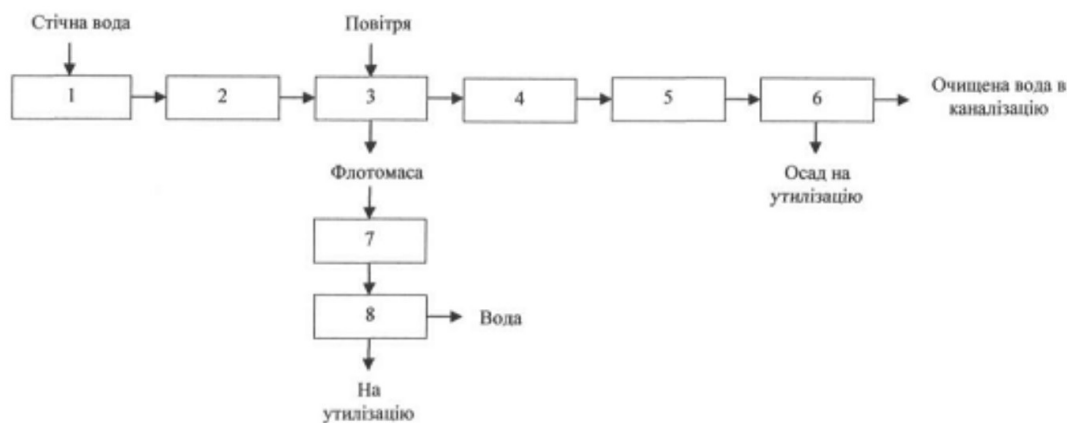


Рис. Технологічна схема очищення неконцентрованих стічних вод молокозаводів

Запропонована технологія реалізується наступним чином: перед флотатором 3 стічна вода проходить попереднє очищення в ґратках 1 і пісковловлювачі 2. Ефективність флоатації залежить від кількох факторів. Найважливішими є імовірність зіткнення частинок із бульбашками та їх прикріплення одна до одної, міцність прилипання, кількість і розмір бульбашок, відповідність розмірів бульбашки і частинки, площа контакту частинок і бульбашки тощо. Наявність у стічних водах молокопереробних підприємств мийних засобів, які зумовлюють стійкість піни; значна кількість жирових компонентів, що характеризуються гідрофобністю, значно підвищують ефективність такого способу обробки. Флотомаса направляється в ємність для піногасіння 7, а потім - у сепаратор 8 для зневоднення.

Біологічне очищення неконцентрованих стічних вод молокозаводів здійснюється в аеротенку 4. Аеротенк являє собою відкритий резервуар, в якому знаходиться суміш активного мулу та освітленої стічної води. Для нормальної життєдіяльності мікроорганізмів активного мулу, в аеротенк подається повітря.

Для підвищення ефективності біологічного очищення пропонується встановити занурений дисковий біофільтр 5. Подібні занурені біофільтри мають ознаки традиційних біофільтрів і аеротенків. Характеризуються деякими перевагами, а саме: компактністю, малою енергоємністю, простотою і надійністю в експлуатації. Крім того, вони не потребують великих перепадів висоти під час руху води, витримують залпові надходження стічних вод, що є особливо важливим для молокозаводів, оскільки часто трапляються непередбачувані скиди сироватки. У занурених дискових біофільтрах замулення просторової конструкції завантаження відбувається не інтенсивно, що дозволяє здійснювати регенерацію установки нечасто.

На поверхні дисків закріплюються і розвиваються біоценози організмів, які утворюють біоплівки. При надходженні частини поверхні дисків з біоплівкою у стічну воду, здійснюється сорбція на ній нерозчинених і розчинених забруднювальних компонентів. Під час обертання дисків біоплівка потрапляє на поверхню, за рахунок чого відбувається інтенсивне поглинання кисню повітря, окиснення сорбованих сполук і керування стічної води. Частина біоплівки відривається від поверхні дисків і знаходиться в стічній воді у завислому стані подібно пластивкам активного мулу.

Таким чином, окиснення органічних забруднень здійснюється як біоплівкою на поверхні дисків біофільтра, так і активним мулом в об'ємі стічної води. Розділення муло-водяної суміші після дискового біофільтра відбувається у вторинному відстійнику 6.

Висновки

Встановлено, що практичне застосування запропонованої інноваційної технології дозволяє підвищити загальну ефективність очищення стічних вод молокозаводів, зменшити тривалість процесу, спростити апаратне забезпечення біохімічної схеми очищення малокоцентрованих стоків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Regulation (EU) 2020/741 of the European Parliament and of the Council of 25 May 2020 on minimum requirements for water reuse (Text with EEA relevance) – електронний ресурс <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2020/741/oj> – дата звернення 19.09.2024.
2. НАКАЗ N 286 від 09.11.2021 «Про затвердження Змін до Правил приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення та Порядку визначення розміру плати, що справляється за по-

наднормативні скиди стічних вод до систем централізованого водовідведення» – електронний ресурс <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1671-21#Text> – дата звернення 19.09.2024.

Сулейко Тетяна Леонідівна — асистент кафедри біотехнології і мікробіології, Національний університет харчових технологій, Київ, e-mail: tata_t2008@ukr.net .

Семенова Олена Іванівна — канд. техн. наук, доцент кафедри екології та екоменеджменту, Національний університет харчових технологій, Київ.

Suleyko Tatyana L.— assistant professor of the Department of Biotechnology and Microbiology, National University of Food Technologies, Kyiv, e-mail: tata_t2008@ukr.net .

Semenova Olena I. — candidate. technical of Sciences, Associate Professor of the Department of Ecology and Eco-Management, National University of Food Technologies, Kyiv.

ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДУ БІОГУМУСОВОГО МАТЕРІАЛУ ЧЕРВ'ЯКІВ EISENIA FETIDA

Національний технічний університет Дніпровська політехніка

Анотація

Біогумус, отриманий за допомогою каліфорнійських черв'яків Eisenia fetida, збагачує ґрунт макро- і мікроелементами, органічними речовинами та корисними мікроорганізмами, що покращують його структуру та родючість. Він також підвищує біохімічну активність ґрунту та сприяє мінералізації поживних речовин.

Ключові слова: біогумус, Eisenia fetida, макроелементи, мікроелементи.

Abstract

Vermicompost, produced with the help of California worms Eisenia fetida, enriches the soil with macro- and microelements, organic matter and beneficial microorganisms that improve its structure and fertility. It also increases the biochemical activity of the soil and promotes the mineralization of nutrients.

Keywords: biohumus, Eisenia fetida, macronutrients, microelements.

Вступ

В умовах зростаючої заклопотаності екологічними проблемами та деградацією земель, біогумус отриманий від дощових каліфорнійських черв'яків Eisenia fetida, набувають особливої актуальності. Це органічне добриво, багате на макроелементи, мікроелементи та корисні мікроорганізми, обіцяє стати ефективним інструментом для відновлення родючості ґрунтів, зменшення використання хімічних добрив та підвищення врожайності сільськогосподарських культур.

Біогумус, або вермікомпост – це органічне добриво, яке утворюється в результаті переробки органічних відходів дощовими черв'яками. Людство давно помітило, що на ділянках, де багато дощових черв'яків, земля родючіша і рослини ростуть краще. З часом люди навчилися створювати спеціальні умови для розмноження черв'яків та отримання біогумусу в промислових масштабах. Цей процес називається вермікультивування.

Біогумус складається із натрієвих і калієвих солей гумінових кислот, безпосередньо самих гумінових кислот, а також із 18 амінокислот, фульвокислот, природних регуляторів росту, бактерій актиноміцетів та грибів, які сприяють розкладанню органічної речовини та покращують процеси мінералізації. У його складі присутні практично усі необхідні макроелементи: азот, фосфор, калій, залізо, кальцій, цинк, марганець.

Метою роботи є мікроскопічні методи дослідження біогумусу.

Результати дослідження

Досліджено за допомогою світлового мікроскопу складові компоненти біогумусу, які містять: рештки неперетравленого субстрату соломи, конячого гною, перетравлений органічний біогумус у вигляді неорганічних часток піску зображено на рис.1.



Рис. 1. – Неперетравлені органічні рештки

Загальна текстура виглядає пористою і неоднорідною, що свідчить про активний процес розкладання та аерації. Це важливо для збереження здоров'я ґрунту. На рисунку видно тонкі волокна, залишки рослинності та частини органічних матеріалів.

Тонкі, світлі волокна, які видно на рисунку, можуть бути частинами рослинних клітин або корневих систем.

Вони свідчать про те, що біогумус містить залишки рослинності. На цьому рисунку також помітні маленькі кристали піску, які можуть бути присутніми в біогумусі внаслідок розкладання органічних матеріалів або через вплив навколишнього середовища. Хоча на ньому не видно явних ознак мікроорганізмів, такі як бактерії чи грибки, їх присутність є важливою для процесу компостування.

Було також досліджено екскремент перероблений каліфорнійськими черв'яками *Eisenia fetida*. Він має неправильну, нерівну форму, що є характерним для відходів, які проходять через травну систему черв'яка. Розмір екскременту невеликий, що свідчить про його походження зображено на рис.2.



Рис. 2 - Біогумус

Текстура виглядає пористою і шорсткою, що вказує на присутність часточок органічних матеріалів, які не повністю розклалися. Може бути результатом недостатньої обробки або різноманітності вихідних матеріалів.

Колір екскременту темно-коричневий, що може бути наслідком розкладання органічних матеріалів, таких як рослинні залишки. Темний колір свідчить про високу концентрацію поживних речовин.

На поверхні екскременту видно дрібні частинки, які можуть бути залишками рослинності або мікроорганізмами. Свідчить про те, що черв'як не тільки переробляє, а й збагачує навколишнє середовище.

Посилаючись на аналіз біогумусу він показує, що містить велику кількість органічних речовин і мікроелементів і може бути використаний як високоефективне добриво зображено на рис.3.

Гумінові кислоти є однією з основних складових біогумусу. Вони характеризуються темно-бурим кольором і високою молекулярною масою. Гумінові кислоти формуються в процесі розкладу рослинних і тваринних залишків, а також внаслідок мікробіологічної активності в ґрунті. Ці кислоти здатні зв'язувати поживні речовини, такі як калій, кальцій та магній [1].

Фульвокислоти, на відміну від гумінових, мають меншу молекулярну масу і жовтуватий колір. Вони також утворюються в процесі розкладу органічних матеріалів, але їх структура є більш складною. Фульвокислоти мають високу здатність до розчинення в воді, що дозволяє їм легко проникати в рослинні тканини і покращувати їх живлення.

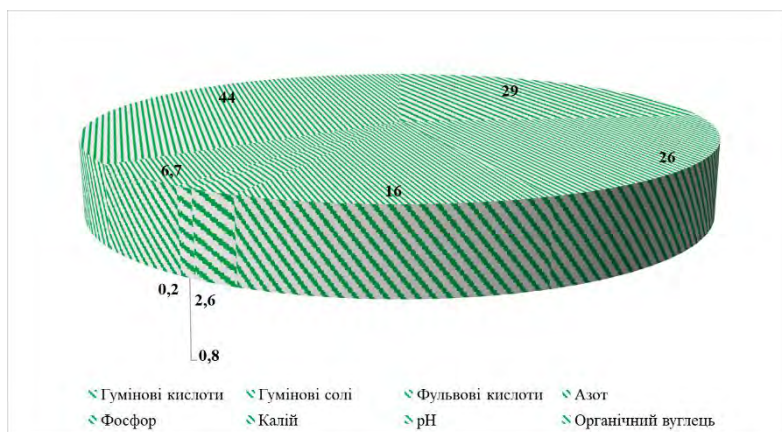


Рис. 3 - Загальний склад хімічних речовин

Крім гумінових і фульвокислот, біогумус містить також інші органічні сполуки, такі як амінокислоти, вітаміни, ферменти та мікроелементи. Ці компоненти сприяють покращенню фізичних і хімічних властивостей ґрунту, підвищуючи його родючість. Здатність утримувати вологу та поживні речовини про це свідчить рівень органічного вуглецю у 44% [2].

Висновки

Досліджено мікроскопічним методом дослідження склад біогумусу та порівняльний аналіз хімічної складової.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гумати: сировина, властивості, ефективність - AgroONE. AgroONE. URL: <https://www.agroone.info/publication/gumati-sirovina-vlastivosti-efektivnist/> (дата звернення: 20.09.2024).

2. Василик Ю.В. Березовський І. В., Біологія розвитку каліфорнійського дощового черв'яка (*Eisenia fetida*) на біологічних субстратах. Вісник студентського наукового товариства ДонНУ імені Василя Стуса. 2023. Т. 2, № 15. С. 176–179.

Гетта Анастасія Андріївна — аспірантка групи 183А-23-10, інститут природокористування, Національний технічний університет Дніпровська політехніка, Дніпро, e-mail: nastya.getta18@gmail.com

Науковий керівник: **Ковров Олександр Станіславович** — д-р техн. наук, професор, кафедри екології та технології захисту навколишнього середовища, Національний технічний університет Дніпровська політехніка, м. Дніпро

Hetta Anastasiia A. — Phd student group 183A-23-10 Department of Ecology and Technologies of Environmental Protection, Dnipro University of Technology, Dnipro, email: nastya.getta18@gmail.com

Supervisor: **Kovrov Alexander S.** — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Department of Ecology and Technologies of Environmental Protection, Dnipro University of Technology, Dnipro

Використання органічних відходів ягідного виробництва для виробництва компосту та біодобрив

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу¹

Анотація

У даній тезі розглянуто можливості застосування органічних відходів ягідного виробництва для створення компосту та біодобрив. Ягідне виробництво генерує значну кількість органічних відходів, таких як листя, гілки, залишки ягід, які можуть бути перероблені у високоякісні органічні добрива. Компостування таких відходів дозволяє створювати стійку систему управління відходами, зменшуючи обсяги сміття та сприяючи відновленню родючості ґрунту. Результати показують, що використання компосту з ягідних залишків сприяє покращенню структури ґрунту, збагаченню його поживними речовинами і зниженню необхідності у використанні хімічних добрив.

Ключові слова: органічні відходи, компост, біодобрива, ягідне виробництво, сталий розвиток, переробка, екологічно чисте землеробство.

Abstract This thesis explores the possibilities of using organic waste from berry production to create compost and biofertilizers. Berry production generates a significant amount of organic waste, such as leaves, branches, and berry residues, which can be processed into high-quality organic fertilizers. Composting of such waste allows for a sustainable waste management system, reducing the amount of garbage and contributing to the restoration of soil fertility. The results show that the use of berry residue compost improves soil structure, enriches it with nutrients and reduces the need for chemical fertilizers.

Keywords organic waste, compost, bio-fertilizers, berry production, sustainable development, recycling, organic farming

У сучасному агропромисловому секторі питання сталого використання природних ресурсів та мінімізації відходів набувають дедалі більшого (важливішого) значення. Ягідне виробництво, як і будь-яка інша галузь сільського господарства, генерує значні обсяги органічних відходів, таких як залишки плодів, шкірки, стебла та листя. Традиційно ці відходи вважалися проблемою, однак за правильного підходу вони можуть стати цінним ресурсом для виробництва компосту та біодобрив. Компостування органічних відходів дозволяє не тільки зменшити обсяг сміття, але й створити якісні органічні добрива, які підвищують родючість ґрунтів та сприяють покращенню врожайності. Біодобрива, отримані з ягідних відходів, є екологічно чистими альтернативами хімічним добривам, що зменшує негативний вплив на довкілля. Водночас, використання таких добрив сприяє розвитку органічного землеробства, яке є важливим напрямком у боротьбі з деградацією ґрунтів та забезпеченні сталого розвитку аграрного сектору.

Відходи ягідного виробництва можуть негативно впливати на навколишнє середовище з кількох причин. До прикладу органічні відходи, такі як залишки ягід або ж насіння, можуть накопичуватися у великих кількостях на полях або звалищах. При розкладанні в неконтрольованих умовах ці матеріали виділяють шкідливі речовини, зокрема органічні кислоти та інші хімічні сполуки, що можуть потрапляти у ґрунт та ґрунтові води, забруднюючи їх[1]. Це може погіршити якість води, знизити

родючість ґрунтів і вплинути на екосистеми. Також органічні залишки ягідного виробництва при анаеробному розкладанні виділяють метан — один із найсильніших парникових газів. Це сприяє глобальному потеплінню і змінам клімату, а Україна проголосила про намір досягти кліматичної нейтральності у 2060 році, що на 10 років пізніше європейської цілі. У липні 2021 року Уряд затвердив нову ціль України — до 2030 року зменшити викиди парникових газів на 65% від рівня 1990 року. Якщо органічні відходи не компостуються належним чином, вони можуть утворювати метан у значних кількостях. Відходи ягідного виробництва, залишені без належної обробки, можуть стати середовищем для розвитку шкідливих бактерій, грибків або комах. Це може сприяти поширенню хвороб серед рослин, погіршуючи стан сільськогосподарських угідь та загрожуючи здоров'ю людей і тварин[2].

Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є компостування. Компостування є одним із найефективніших методів утилізації органічних відходів. Воно дозволяє перетворити ягідні залишки на багатий поживними речовинами компост, який може використовуватися як природне добриво. Цей процес запобігає викидам парникових газів, оскільки органічні залишки розкладаються в аеробних умовах (за наявності кисню), що значно знижує утворення метану. Промислове компостування та централізована переробка відходів є ефективними способами утилізації великих обсягів органічних відходів, зокрема відходів ягідного виробництва[3].

Централізована переробка відходів передбачає організацію централізованих станцій для збору, обробки та переробки органічних відходів. На таких станціях відходи збираються з різних джерел і потрапляють в обробні процеси, такі як компостування, біогазування або виготовлення біодобри[4]. Централізована переробка дозволяє зменшити витрати на обробку відходів для окремих господарств, оптимізувати використання ресурсів та забезпечити ефективну утилізацію органічних матеріалів. Крім того, такі системи можуть включати моніторинг та контроль якості, що підвищує ефективність і безпеку переробки.

Впровадження промислового компостування та централізованої переробки відходів може суттєво зменшити негативний екологічний вплив відходів ягідного виробництва, перетворюючи їх на корисні ресурси для сільського господарства і знижуючи навантаження на навколишнє середовище.

Крім компосту, органічні відходи ягідного виробництва можуть використовуватися для виробництва рідких біодобрив. Цей процес включає ферментацію органічної сировини з використанням специфічних бактерій і мікроорганізмів. Переваги рідких біодобрив включають:

1. Швидке засвоєння рослинами: рідкі біодобрива містять доступні форми поживних речовин, які легко поглинаються рослинами через кореневу систему та листя.
2. Покращення мікробіоти ґрунту: такі добрива збагачують ґрунт корисними мікроорганізмами, які підтримують його здоров'я та сприяють підвищенню врожайності.
3. Екологічна безпечність: на відміну від хімічних добрив, біодобрива не викликають забруднення ґрунту та водних ресурсів, а також не накопичуються у вигляді шкідливих залишків у продукції[5].

Отже, впровадження ефективних методів утилізації органічних відходів ягідного виробництва, таких як промислове компостування та централізована переробка, є важливим кроком для покращення екологічної ситуації та підтримки сталого розвитку аграрного сектора. Переробка органічних відходів має кілька суттєвих переваг: зменшення негативного впливу на екосистему, зниження викидів парникових газів, поліпшення якості води і ґрунту, економічні і соціальні переваги, а також покращення якості життя. Все це не лише знижує негативний вплив на довкілля, але й підтримує економічний розвиток і забезпечує більш здорове та комфортне життя для людей. Це важливий крок у напрямку до сталого розвитку і збереження екологічної рівноваги.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Навчальний посібник: Відходи виробництва і споживання та їх вплив на ґрунти і природні ресурси. За редакцією В. К. Хільчевського URL:https://geo.knu.ua/wp-content/uploads/2021/06/vidhody_virob.pdf
2. Головний сайт для агрономів. Компостування: ефективно, екологічно, корисно для ґрунтів. URL:<https://superagronom.com/blog/115-kompostuvannya-efektivno-ekologichno-korisno-dlya-gruntiv>
3. Конспект лекцій. Управління та поводження з відходами. Лавринюк З.В. URL:<https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/21236/1/upravl.pdf>
4. Національна стратегія поводження з відходами для України. URL: <https://eco.kiev.ua/assets/files/Osnovna-chastina.pdf>
5. Аграрне інформаційне агенство. Біодобрива – це новий рівень сільськогосподарського виробництва. URL:<https://agravery.com/uk/posts/show/biodobryva-ce-novij-riven-silskogospodarskogo-virobnytva>

Явецька Софія Тарасівна – студентка групи ЕКОМ-24-1, факультет природничих наук, Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, місто Івано-Франківськ, e-mail sofijavetska@gmail.com

Науковий керівник: **Мандрик Олег Миколайович** – д-р. техн. наук, професор кафедри екології, Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, місто Івано-Франківськ

Yavetska Sofia – student of group ЕКОМ-24-1, Faculty of Natural Sciences, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, sofijavetska@gmail.com

Supervisor: **Mandryk Oleh M.** - Dr. Sc. (Eng.), Professor of the Department of Ecology, , Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk

ВИБІР МЕТОДУ ВІДНОВЛЕННЯ ФІТОТОКСИЧНИХ ВІДВАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

¹ Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

² «ЕПАМ Діджитал»

Анотація

Під час аналізу природного заростання шахтного відвалу як діагностичного показника для вибору методу рекультивувати використовували індекс вегетації (NDVI). Це дозволило виявити чітку диференціацію відвалу на дві зони: з рослинним покривом і фітотоксичний субстрат, на якому рослинність не відновлюється. Окрім методів дистанційного зондування Землі, для загальної оцінки та підтвердження результатів застосували комплекс польових і лабораторних досліджень: ботанічних, ландшафтних, картографічних і ґрунтознавчих. Оскільки загальний рівень покриття відвалу рослинністю становить 33%, причому більша частина рослинного покриву зосереджена на одній ділянці (понад 80% її території), а інша частина залишається фітотоксичною, пропонується диференційований підхід для вирішення цієї проблеми. Зокрема, на фітотоксичній частині рекомендується проведення повної меліорації з нанесенням родючих та потенційно родючих порід (глини, супіски, піски) на субстрати, де покриття рослинністю становить менше 20%. Для ділянок з природним рослинним покривом – точкова меліорація в місцях, де заростання не відбулося. Дослідження підтвердили, що використання ГІС-технологій для вибору методів рекультивувати фітотоксичних відвалів шахтних порід є високоефективним. Це підтверджується польовими та лабораторними загальнобіологічними й екологічними дослідженнями. ГІС-технології також надають додаткову інформацію про характеристики відвалів і прилеглих територій.

Ключові слова: діагностика методу рекультивувати, нормалізований вегетаційний індекс (NDVI), стратегії рекультивувати.

Abstract

During the analysis of natural overgrowth on a mine dump as a diagnostic indicator for selecting a reclamation method, the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) was used. This made it possible to identify a clear differentiation of the dump into two zones: one with vegetation cover and another with a phytotoxic substrate where vegetation does not regenerate. In addition to remote sensing methods, a set of field and laboratory research methods were applied to provide a general assessment and confirm the results. These included botanical, landscape, cartographic, and soil studies. Since the overall vegetation cover of the dump is 33%, with the majority of vegetation concentrated in one area (covering more than 80% of its territory), while the rest of the area consists of phytotoxic materials that create unfavorable growing conditions, a differentiated approach is proposed to address the problem. Specifically, in the phytotoxic area, comprehensive reclamation is recommended by applying fertile and potentially fertile materials (such as clay, loam, sandy loam, and sand) onto the phytotoxic substrates where the vegetation cover is less than 20%. In areas with vegetation cover, localized reclamation should be conducted in spots where natural overgrowth has not occurred. The research confirmed that the use of GIS technologies to select reclamation methods for phytotoxic mine dumps is highly effective. This is supported by field and laboratory biological and ecological studies. Additionally, GIS technologies provide supplementary information about the characteristics of the dump and its surrounding areas.

Keywords: diagnosis of the reclamation method, Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), reclamation strategies.

Вступ

Сучасні технології видобутку та переробки вугілля призводять до значних змін у природному середовищі, які проявляються у виснаженні та забрудненні поверхневих і підземних вод, забрудненні повітря шкідливими викидами, порушенні земель через гірничодобувну діяльність та зайняті земель для розміщення відвалів відходів [1, 2].

Станом на 2020 рік інвентаризація шахт України налічувала 148 шахт, проте видобуток вугілля фактично ведеться лише на 47 шахтах. Інші шахти розташовані на тимчасово окупованих територіях,

і деякі припинили свою діяльність. Відходи шахт мають екологічно шкідливі властивості: дуже важкий гранулометричний склад, високу кислотність і загальний вміст сірки, значну кількість рухомого алюмінію та сульфат-іонів, що призводить до засолення відходів сірчаноокислим алюмінієм та інших фітотоксичних умов [3].



Рис. 1. Фітотоксичний відвал шахти «Західно-Донбаська».

Оптимізація техногенних ландшафтів передбачає створення ґрунтово-екологічних умов на деградованих територіях, які відповідають біологічним особливостям та екологічним потребам рослин, з урахуванням зоо- та мікробіоценотичних компонентів відповідно до їхнього цільового використання. На основі цього увага зосереджується, насамперед, на вивченні характеру та джерел деградації земель, а також ступеня їх деградації, і розробці технологій рекультивациі земель із певними властивостями для різних функціональних цілей (лісове господарство, сільське господарство, рекреація тощо) [4].

Метою роботи було використання методів дистанційного зондування землі для обстеження фітотоксичного відвалу (на прикладі шахти Західно-Донбаська, ПАТ «ДТЕК Павлоградвугілля») з цілю визначення необхідності та доцільності його біологічної рекультивациі.

Результати дослідження

Комплексні дослідження були проведені в районі запланованої діяльності шахти «Західно-Донбаська», Тернівського шахтоуправління, ПАТ «ДТЕК Павлоградвугілля», яка розташована в Західному Донбасі, Павлоградському районі Дніпропетровської області.

Шахта «Західно-Донбаська» управляє плоским відвалом, який був введений в експлуатацію у 1979 році та розширений у 2000 році. Його територія поділена на три частини: плато – верхня частина, яка є плоскою і знаходиться на різних висотах, утворюючи чотири великі багаторівневі секції та три середні багаторівневі секції, загальною площею близько 23 гектарів. Схили – бічні ділянки, які

нахилені під кутом від 37 до 39 градусів і можуть варіюватися по висоті від кількох метрів до кількох десятків метрів. Підніжжя – ділянка перед відвалом, що займає 4,1 гектара, уздовж і вгору по відвалу пролягає дорога.

Для визначення природного заростання відвалу використовувалися ГІС-технології, методи дистанційного зондування та інвентаризації видів. Було застосовано комплекс польових і лабораторних методів досліджень, включаючи ботанічні, ландшафтні, картографічні та ґрунтознавчі методи [4]. Матеріали збиралися за допомогою стандартних сучасних методик досліджень. Під час вивчення рослинності застосовували загальноприйняті методи для ідентифікації та опису видового і ценотичного складу рослинності [5, 6].

Дистанційний моніторинг об'єкта дослідження проводився за допомогою платформи QGIS. Цей інструмент з відкритим доступом для супутникових спостережень дозволяє здійснювати пошук, обробку та отримання інформації із супутникових даних для вирішення різних геологічних питань. Дані зображень оброблялися за допомогою програмного забезпечення Quantum GIS. Для атмосферної та радіометричної корекції зображень використовувався плагін Semi-Automatic Classification Plugin. Результати оброблялися та інтерпретувалися за допомогою нормалізованого вегетаційного індексу (NDVI).

Станом на осінь 2023 року обстеження відвалу шахти «Західно-Донбаська» виявило, що площа основи відвалу становить 25,8 гектара, його форма є плоскою, максимальна висота – 60 метрів, об'єм відкладених порід – 7 383 000 кубічних метрів. Кут нахилу на насипній зоні по периметру становить 37-39°, зольність – 86,3%, вміст сірки – 0,41%, насипна щільність – 2400 кг/м³. Тепловий стан – той, що не горить. Робочий стан – діючий.

Згідно з пунктом 5.1 СОУ-Н 10.1-05420037-001:2007 «Правила проведення біологічної рекультивациі породних відвалів вугільних шахт України» [7], роботи з біологічної рекультивациі мають проводитися, якщо на відвалі немає рослинності або якщо проективне покриття рослинністю менше 80%.

Враховуючи природну рослинність як діагностичний показник для вибору методу рекультивациі, були використані значення індексу вегетації (NDVI) (рис. 2). Це дозволило виявити різку диференціацію відвалу на дві зони: 1) з рослинним покривом і 2) фітотоксичний субстрат. Для зони 1 середнє значення NDVI становить 0,23 (діапазон: 0,01-0,55). Широкий діапазон значень NDVI вказує на нерівномірне покриття рослинністю. Середнє значення NDVI для зони 2 становить 0,07 (діапазон: 0,03-0,10), що підтверджує відсутність рослинного покриву. Таким чином, було встановлено, що природне заростання відвалу є нерівномірним і покриває 10,3 гектара, що становить 33% від загальної площі.



Рис. 2. А) візуалізація відвалу шахти на основі індексу рослинності NDVI. Б) ділянка 1- частина відвалу з рослинним покривом. В) ділянка 2 - частина без рослинного покриву

Рослинний покрив на ділянці 1 представлений деревами та кущами, які ростуть як окремо, так і в невеликих групах (з висотою від 1 до 12 метрів) [8, 9]. Трав'яний покрив складається з невеликих ділянок піонерних рудеральних рослин із простими структурами, які можуть з'являтися в міжбугрових пониженнях з накопиченим елювієм або в зонах, де накопичуються опади і продукти змиву. Процент покриття на схилах варіюється від 10% до 30% і залежить від кута нахилу, ступеня ерозії, вивітрювання, накопичення дрібного ґрунту та впливу технологічних процесів. Загалом, площа рослинного покриву в цій ділянці перевищує 80%, і, за потреби, може вимагати точкової рекультивациі у певних місцях.

Висновки

Дослідження показали, що використання дистанційних методів зондування землі для вибору способів рекультивації фітотоксичних відвалів, складованих шахтними породами, є високоефективним. Це підтверджується як польовими, так і камеральними загальнобіологічними та екологічними дослідженнями, які також надають додаткову інформацію про характеристики відвалу та прилеглої території.

Було встановлено, що на відвалі шахти Західно-Донбаська необхідно проводити біологічну рекультивацію, оскільки більша частина території позбавлена рослинності. Загальне проективне покриття рослинами на відвалі становить 33%, при цьому основна частина покриття зосереджена на ділянці 1 (більше 80% її території), тоді як інші площі займають фітотоксичні породи, що створюють несприятливі умови для росту рослин.

Рекомендується застосувати диференційований підхід до рекультивації. На ділянці 2 слід провести корінну меліорацію з нанесенням родючих і потенційно родючих порід (глин, суглинків, супісків, пісків) на фітотоксичні субстрати, оскільки проективне покриття тут менше 20%. На ділянці 1 необхідно здійснити точкову корінну меліорацію в місцях, де природне заростання не відбулося.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Masiuk O., Novitskyi R., Napich H., Chubchenko Ye. Elements of Assessment of the Anthropogenic Impact of a Coal Mining Mine on the Site of the Emerald Network Using Methods of Remote Sensing of the Earth. International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2023», Oct 2023, Volume 2023, p.1 - 5. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023510007>
2. Novitskyi, R., Masiuk, O., Napich, H., Pavlychenko, A., and Kovalenko, V. Assessment of coal mining impact on the geoeological transformation of the Emerald Network Ecosystem. *Nauk. Visn. Nat. Hirn. Univ.* 6, 2023. 107–112. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-6/107>
3. Масюк А.Н. Особенности диагностики почвообразования на рекультивированных землях А.Н. Масюк // Тезисы докл. III делегат. съезда почвоведов и агрохимиков Украинской ССР 11 – 14 сентября 1990 года. Почвоведение. – Х.: УкрНИИ почвоведения и агрохимии, 1990. – С. 109 – 111.
4. Masiuk O., Masiuk V., Dziuman V. The use of GIS technologies in determining the method of reclamation for phytotoxic mine waste dumps. International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2024», Oct 2024, Volume 2024, p.1 <https://openreviewhub.org/geoterrace/paper-2024/use-gis-technologies-determining-method-reclamation-phytotoxic-mine-waste>
5. Baranovski, B., Roschina, N., Karmyzova, L., & Ivanko, I. Comparison of commonly used ecological scales with the Belgard Plant Ecomorph System. *Biosystems Diversity.* – 2018 – 26(4), 286–291. doi:10.15421/011843
6. Baranovski, B. A., Karmyzova, L. A., Dubyna, D. V., & Shevera, M. V. Bioecology and hemeroby of flora species in the Northern Steppe Dnipro Region. *Biosystems Diversity.* – 2023 – 31(4), 548–577. doi:10.15421/012365
7. В. Г. Башкатов, В. Т. Вовк, О. З. Глухов СОУ-Н 10.1-05420037-001:2007 «Правила проведення біологічної рекультивації породних відвалів вугільних шахт України». Київ, Мінвуглепром України, 2007. С. 30
8. Масюк А. Н. Анализ первичной продуктивности насаждений робинии лжеакации на рекультивированных землях степного Приднепровья. // *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія.* Випуск 14, т.2., № 3, Вид-во Дніпропетр. ун-ту. Д. 2006. – С. 118-125.
9. Масюк О. М. Особенности формирования корневой системы робинии лжеакации в разных лесорастительных условиях, созданных на рекультивированных землях // *Грунтознавство.* – 2009. – Т. 10, № 1-2 (14). – С. 65-70.

Масюк Олександр Миколайович — кандидат біологічних наук, доцент кафедри геоботаніки, ґрунтознавства та екології, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара. almas63636@gmail.com

Дзюман Володимир Вікторович — фахівець з комп'ютерної графіки «ЕПАМ Діджитал» volodymyr.dziuman@gmail.com

Masiuk Oleksandr — PhD in Biology, Associate Professor of the Department of Geobotany, Soil Science, and Ecology, Oles Honchar Dnipro National University. email: almas63636@gmail.com

Volodymyr Dziuman — Computer Graphics Specialist at EPAM Digital. email volodymyr.dziuman@gmail.com

Т.М. Василінич
Д. В. Пурдик
М. В. Кавецька
Ю.Є. Винокурова
А.В.Шарамко

ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВІД ІОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ГЛИНИСТИМИ СОРБЕНТАМИ

Вінницький державний педагогічний університет ім. М. Коцюбинського

Анотація

Досліджено процеси адсорбційного очищення стічної води від іонів важких металів. Перспективність та ефективність застосування палигорськітових глин для очищення стічних вод підтверджується їх перевагами перед іншими сорбентами, а саме: вони виграють у доступності, собівартості, в можливості регенерації та багаторазового використання.

Ключові слова: адсорбційне очищення води, іони важких металів.

Abstract

The benefits of absorptive processes of water purification from pollution of heavy metals ions were investigated in this research. Perspective and efficiency of application of palygorskite clays for clarification of sewage water are confirmed by their advantages before other sorbents, that is: they win in accessibility, cost, and possibility of regeneration and multiple usages.

Keywords: sorptive processes of water clarification from pollution, heavy metals ions.

Вступ

Присутність у воді іонів важких металів, таких як мідь, свинець, залізо, нікель, цинк являються серйозною проблемою для навколишнього середовища через їх високу токсичність, а також через нездатність розкладу їх мікроорганізмами. Основними джерелами забруднення водних ресурсів такими металами є підприємства чорної і кольорової металургії, машинобудування [1]. Навіть у сьогоднішніх умовах, коли більшість промислових підприємств не працює, вода інтенсивно забруднюється іонами важких металів з донних відкладень. Тому проблема ефективного вилучення іонів важких металів з природних водойм залишається важливою і потребує розробки методів щодо ефективного очищення стоків. Серед різних методів очищення, що забезпечують високий рівень екологічної безпеки очищених стічних вод, широко використовуються сорбційні методи з використанням природних сорбентів, які характеризуються дешевизною і високою ефективністю [2].

Метою роботи є дослідження ефективності очищення стічних вод від іонів Купруму (II) бентонітовими глинами Черкаського родовища.

Результати дослідження

Для експериментальних досліджень використовували модельні розчини купрум сульфату концентрацій 0,25-1г/л, товщина шару адсорбенту становила 10 г, температура розчину – 20 °С, тривалість процесу - 24 год. Мінеральний склад продуктивної товщі глин Черкаського родовища, який використовувався під час експерименту наступний: другий горизонт представлений, в основному, монтморилонітом (70 – 95%) та домішками високодисперсних кальциту та кварцу; третій горизонт утворений палигорськітом (85–97%) та домішками кальциту, кварцу, гідроксидів марганцю.

При тривалості процесу 24 год максимальне поглинання іонів важких металів досягається при найменшій концентрації (250 мг/л) і ступінь вилучення іонів купруму(II) становить 98,47%.

На підставі проведених досліджень встановлена можливість вилучення іонів купруму(II) із забруднених стічних вод бентонітовими глинами.

Висновки

Перспективність та ефективність застосування палигорськітових глин для очищення стічних вод підтверджується їх перевагами перед іншими сорбентами, а саме: вони виграють у доступності, собівартості, в можливості регенерації та багаторазового використання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Алексеева, Т.М. Возможности адсорбционного очищения сточных вод від іонів важких металів [Електронний ресурс] / Т.М. Алексеева, Науковий журнал «Екологічна безпека». – Кременчук: Видавничий відділ КДУ, 2009, Вип.2/2009 (6), С. 54-58.

2. Когановский А.М. Адсорбция и ионный обмен в процессах водоподготовки и очистки сточных вод. – К.: Наукова думка, 1983. – 236 с.

Василінич Тамара Миколаївна— канд. техн. наук, доцент кафедри хімії та методики навчання хімії Вінницький державний педагогічний університет ім. М.Коцюбинського, Вінниця, e-mail: t.vasylynych@gmail.com

Пурдик Дарія Вікторівна — студентка групи МХБЗЛ, природничо-географічний факультет, Вінницький державний педагогічний університет ім. М.Коцюбинського

Кавецька Мар'яна Віталіївна — студентка групи МХ, природничо-географічний факультет, Вінницький державний педагогічний університет ім. М.Коцюбинського

Винокурова Юлія Євгенівна — студентка групи МХП, природничо-географічний факультет, Вінницький державний педагогічний університет ім. М.Коцюбинського

Шарамко Анастасія Вікторівна — студентка групи МХБЗЛ, природничо-географічний факультет, Вінницький державний педагогічний університет ім. М.Коцюбинського

Vasylynych Tamara M.— Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of the Department of Chemistry and Methods of Teaching Chemistry, Vinnytsia State Pedagogical University named after M. Kotsyubinsky, Vinnytsia e-mail: t.vasylynych@gmail.com

Purdyk Daria V. — a student of the Faculty of Natural Sciences and Geography Vinnytsia State University named after Mykhailo Kotsiubynskyi, Vinnytsia

Kavetska Maryana V.— a student of the Faculty of Natural Sciences and Geography Vinnytsia State University named after Mykhailo Kotsiubynskyi, Vinnytsia

Vynokurova Yuliya E. — a student of the Faculty of Natural Sciences and Geography Vinnytsia State University named after Mykhailo Kotsiubynskyi, Vinnytsia

Sharamko Anastasia V.— a student of the Faculty of Natural Sciences and Geography Vinnytsia State University named after Mykhailo Kotsiubynskyi, Vinnytsia

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД МОЛОКОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано комплексну технологію очищення молочних стічних вод, яка включає стадії коагуляції та адсорбції з вилученням полутантів на кожному етапі очищення.

Ключові слова: стічні води, коагуляція, сорбція.

Abstract

An integrated technology for the treatment of dairy wastewater is proposed, which involves the stages of coagulation and adsorption with the removal of pollutants at each stage.

Keywords: wastewater, coagulation, sorption.

Вступ

Підприємства харчової промисловості щорічно використовують близько 60 млн. м³ води, обсяг скидів становить 46 млн м³. Частка забруднених стічних вод до загального обсягу води досягає 77%, що говорить про низьку ефективність роботи наявних очисних споруд. За останні п'ять років водоспоживання підприємств харчової промисловості значно зросла. На сьогодні м'ясна, молочна і цукрова галузі споживають понад 1300 млн. м³ свіжої води і скидають понад 100 млн. м³ стоків. Харчова промисловість є одним з найбільших споживачів прісної води, а стічні води таких виробництв підприємств містять полутанти високої концентрації. При цьому можна зауважити, що водопідготовка для таких підприємств характеризується більш жорсткими вимогами, ніж вимоги що до очищення стічних вод перед їх скиданням до системи централізованого водовідведення. Таким чином, маємо актуальну, і до кінця невирішену проблему: недостатня ступінь очищення стічних вод молочної промисловості і неможливість очищення аварійних скидів локальними очисними спорудами харчових підприємств

У виробничому циклі в воду надходять різні полутанти, в числі яких переважають відходи виробництва, віднесені водою компоненти сировини і матеріалів. В основному, це органічні речовини тваринного і рослинного походження. У стічних водах містяться залишки корму, кухонна сіль, миючі, дезінфікуючі речовини, нітроти, фосфати, луѓи, кислоти і різні мікроорганізми. Таким чином пошук найбільш ефективних методів очищення стічних вод харчового виробництва залишається актуальним.

Найбільший інтерес в дослідженні викликає стійкість колоїдних систем, що містять домішки білково-ліпідного характеру, впливи на системи різних факторів (температура, тиск), а також комплексна оцінка технологічних схем очищення стічних вод, в яких присутній процес коагуляції.

В роботі представлені технічні рішення з очищення стічних вод, що відрізняються високим вмістом домішок білково - ліпідного характеру в дисперсній фазі. Запропоновано комплексна технологія очищення стічних вод, де основними етапами є коагуляційне і адсорбційне очищення стічних вод.

Результати дослідження

Згідно запропонованої технології (Рис. 1), на початковому етапі відбувається механічне очищення стоків з метою максимального виділення високодисперсних жирових частинок та завислих речовин. Далі проводимо процес коагуляції з витратою 5% -го розчину ферум (III) хлориду, у кількості 0,01- 0,04% від маси стічних вод. Після осадження стоків через 20-30 хвилин їх фільтрують від осаду, а потім їх змішують для подальшого доочищення. На процес сорбції стічні води подають через 10 хвилин, їх відстоюють для вирівнювання концентрації. Адсорбцію проводять

у системі з нерухомим шаром сорбенту – цеоліту, до досягнення проскоку, який контролюють шляхом визначення рН адсорбтиву.



Рис.1. Схема очищення стічних вод технологічних ліній виробництва кисломолочного сиру та вершкового масла

Сорбент, насичений органічними кислотами, білками можливо використовувати в якості кормової суміші для підгодівлі ВРХ.

Висновки

Варто очікувати, що запропонована схема очищення забезпечить не лише якість стічної води, вміст полутантів в якій буде нижчий за нормативні значення, а також зниження витрат на матеріали для очищення та енергетичні витрати. Додатково зменшиться тривалість очищення, оскільки технологічна схема не передбачає біологічне очищення і додаткову фільтрацію.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. А.К. Запольський, А.В. Українець. Екологізація харчових виробництв / А.К. Запольський – К.: Вища школа, 2005– 423с.
2. Н.Ю. Вронська, М.С. Мальований, Г.В. Сакалова. / Н.Ю. Вронська – Дослідження ефективності застосування ультрафіолетово-адсорбційної технології для очищення стічної води від мікробіологічного забруднення – Науковий вісник НЛТУ України, 2015–Т. 25. №8. –С. 34-38.
3. В.В. Сабадаш, А.М. Гивлюд, Я.М. Гумницький./ В.В. Сабадаш – Дослідження адсорбції α -оксіпропіонової кислоти в динамічних умовах. –Науковий вісник НЛТУ. Львів, 2016. –Вип.26.3.– С. 33-338.

Гринчак Радислав — студент групи ТЗД-24м, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет.

Казновська Вікторія – студентка групи ТЗД -216, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет.

Сакалова Галина Володимирівна – доктор техн. наук, професор кафедри Екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет.

Hrynychak Radyslav – Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University.

Kaznovska Viktoriia – Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University.

Sakalova Halyna V.– Professor of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University.

ВИКОРИСТАННЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ СОРБЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено дослідження використання відпрацьованого бентоніту в процесах наповнення полімерів. В якості нанонаповнювача використано монтморилоніт та відпрацьований монтморилоніт, насичений іонами купруму.

Ключові слова: сорбція, монтморилоніт, іони важких металів.

Abstract

The use of spent bentonite in polymer filling processes was investigated. Montmorillonite and spent montmorillonite saturated with copper ions were used as nanofillers.

Keywords: sorption, montmorillonite, heavy metal ions.

Вступ

Аналіз останніх публікацій показав, що важливим напрямком наукових досліджень на сьогоднішній день є визначення ефективних способів регенерації та шляхів утилізації сорбентів, що попередньо були використані в якості сорбентів при очищенні стічних вод та комунальних стоків. Адже утилізація сорбційних матеріалів допомагає не тільки зменшити техногенне навантаження на навколишнє середовище, але і вдосконалити технології створення альтернативних матеріалів внаслідок застосування високоякісного глинистого матеріалу [1].

В роботі досліджено вплив наповнювачів – модифікованих монтморилонітів - на хід зшивання та на функціональні властивості композицій, що містять стирол-бутадієн-каучук, хлоропреновий каучук або хлорсульфований поліетилен. Як зміцнювальну речовину було використано нанонаповнювачі.

Мета роботи полягала у використанні монтморилоніту та відпрацьованих матеріалів, попередньо використані у технологіях водоочищенні як адсорбент. Очікувано, що такі наповнені еластомерні композиції будуть мати задовільні властивості.

Результати дослідження

Було досліджено вплив наповнювачів, які поглинули іони важких металів (відпрацьований адсорбційний матеріал) на зшивання та властивості еластомерних сумішей.

Для досліджень використані матеріали промислового виробництва:

1. Хлоропреновий каучук (CR) під назвою Ваурген 216, виробництва Lanxess GmbH (комбінований вміст хлору близько 40%);
2. Хлорсульфоновий поліетилен (CSM) під торговою назвою Huralon 20, виробництва DuPont (сумісний вміст хлору близько 29%);

Нанобент ZR1 (монтморилоніт, модифікований диметилбензил-алкіламоній хлоридом) і нанобент ZR2 (монтморилоніт відпрацьований, відходи водоочисних технологій з вмістом іонів Cu^{+2} 3%, модифікований диметилбензил-алкіламоній хлоридом).

Наповнювачі вводили в розплав полімеру на початку змішування. Після охолодження та відстоювання вводили компоненти вулканізуючої групи. Вулканізацію здійснювали на електропресі. Зшивання еластомерних сумішей здійснювали шляхом розміщення в сталевих формах між пластинами гідравлічного преса, що нагріваються електрично, при температурі 433К. Зшивання відбувалося за час, визначений кінетикою вулканізації (30 хв), під тиском 300 бар. Отримані зліпки кондиціонували протягом 24 годин. Потім з вулканізату вирізали відповідні зразки для проведення випробувань дослідних зразків.

Результати визначення кінетики вулканізації дослідних зразків показують, що наявність наповнювачів впливає на хід зшивання сумішей CSM/SBR з оксидом міді (I). Час структуроутворення для незаповненої суміші становив 1,06 хв. Серед сумішей, що містять монтморилоніти, найкоротший час обпалювання (1,02 хв) досягнуто при витраті наповнювача з відпрацьованого монтморилоніту 5м.ч., і цей показник на 0,5хв нижчий, ніж для найгіршого варіанту. Тобто час структуроутворення залежить як від вмісту наповнювача так і витрат оксиду міді (I).

Отримані значення об'ємного рівноважного набухання показали, що вулканізати, які містять додатково іони купруму у наповнювачі, були більш зшиті та менше набухали в толуені та гептані. Загалом вулканізати набухають краще в толуолі, ніж у гептані. Це пояснюється більшою термодинамічною схожістю толуолу з досліджуваною гумовою сумішшю [4].

Результати досліджень фізико-механічних властивостей вулканізацій CR/SBR свідчать, що найнижчу міцність при розриві має зразок з найнижчим вмістом наповнювача, однак після проведення старіння матеріалу його властивості найкращі. Також цей варіант характеризується високим видовженням нативних зразків та зразків після термоокислення. Однак, узагальнюючи показники напруження – видовження варто зазначити, що варіант наповнений відпрацьованим бентонітом більш близький за значеннями до контрольного варіанту.

На основі результатів досліджень пружно-деформаційних властивостей еластомерів робимо висновок, що чим нижче значення модуля пружності $\Delta G'$, тим менш протягну структуру наповнювача має вулканізація. Проведені випробування показують, що зразок, який містить відпрацьований бентоніт у кількості 5 м.ч., отримав найвище значення модуля пружності $\Delta G' = 1,971$ МПа, тобто має найбільш розгалужену структуру наповнювача. З поміж усіх заповнених вулканізацій контрольний зразок, характеризувався найнижчим значенням $\Delta G' = 1,536$ МПа. Таким чином, модуль пружності може бути непрямим показником, що характеризує ефективність наповнення полімеру [3].

Визначено час горіння в повітрі та кисневий індекс випробуваних вулканізованих еластомерів. Аналізуючи наведені результати випробувань, можна зробити висновок, що випробувані вулканізовані еластомери є негорючими завдяки за класифікацією визначеного кисневого індексу. Значення ОІ усіх вулканізацій перевищило 28%.

Висновки

Застосування бентоніту у виробництві полімерів забезпечує якісне формування структури полімеру за рахунок специфічних колоїдно-хімічних властивостей основного мінералу бентонітових глин – монтморилоніту. Застосування бентоніту, попередньо використаного у технологіях водоочищення, дозволяє додатково вирішити проблему ефективної утилізації відпрацьованих адсорбційних матеріалів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Myroslav Malovanyu, Oleg Blazhko, Halyna Sakalova, Tamara Vasylynych/ M. Malovanyu. Ecological Aspects of Clay Sorption Materials Usage in Leather and Fur Production Technologies. –Materials Science Forum. 2021. –1038. –276-281.
2. Сакалова Г.В., Василінич Т.М., Петрук Г.Д., Трач І.А. / Сакалова Г.В. Оцінка ефективності використання відпрацьованого глинистого сорбенту.– Львів, 2020. –364-376.
3. J.Pagacz, K. Pielichowski. Modyfikacja krzemianów warstowych do zastosowań w nanotechnologii. / J.Pagacz. Kraków. –2007.– 230.
4. Rostyslav Kryklyvyi, Halyna Sakalova, Kateryna Petrushka, Liubov Luchyt/ R. Kryklyvyi. Use of clay sorptive materials in the synthesis of polymer materials.– Environmental Problems. 2022.–7(1). –18-22.

Лебідь Ярослав – студент групи ТЗД–216, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: lebidaroslav5@gmail.com.

Сакалова Галина Володимирівна – доктор техн. наук, професор кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Lebid Jaroslav – Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: lebidaroslav5@gmail.com.

Sakalova Halyna V. – Professor of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ДИГЕСТАТУ ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ОЧИЩЕННЯ НАФТОЗАБРУДНЕНИХ ГРУНТІВ

Сумський державний університет

Анотація.

Повсякчасне використання транспортних засобів, аварійні ситуації на нафтових підприємствах та пошкодження обладнання внаслідок військової агресії спричиняє розливи нафтопродуктів та забруднення ґрунтів. У результаті ґрунти перетворюються на менш родючі або такі, що повністю втратили здатність до отримання урожайності. Застосування хімічних нафтодеструкторів призводить до вторинного забруднення землі. Тому запропоновано біогазовий дигестат, як джерело біогенних елементів для удобрення ґрунтів та активації локальних мікроорганізмів-нафтодеструкторів під час проведення біоремедіації ґрунтів.

Ключові слова: біодобриво, біостимуляція, ґрунт, дигестат, нафтодеструкція.

Abstract.

The constant use of vehicles, accidents at oil plants and damage to equipment as a result of military aggression cause oil spills and soil pollution. As a result, soils become less fertile or such that they have completely lost the ability to produce crops. The use of chemical oil destroyers leads to secondary soil pollution. Therefore, biosynthesis digestate is proposed as a source of biogenic elements for soil fertilization and activation of local oil-destroying microorganisms during soil bioremediation.

Keywords: biofertilizer, biostimulation, soil, digestate, oil destruction.

Продукти нафтопромислової діяльності являють собою складні суміші вуглеводнів. Вони стали досить потрібними для забезпечення людського комфорту, але їх неконтрольоване потрапляння до навколишнього середовища завдає шкоди живим організмам різного рівня організації. Крім того, розливи нафтопродуктів локально погіршують стан ґрунтів, знижують їх родючість, структуру, волого- та повітропроникність та загалом створюють анаеробні умови [1], що помітно змінює фізико-хімічні властивості й ферментативні процеси забрудненої ділянки. Це призводить до локальної втрати потенціально придатної для сільськогосподарського використання ділянки. Вона перетворюється на відчужену. Відкладене в часі вирішення даної проблеми лише поглиблює ситуацію. Тому виникає потреба в розробленні та впровадженні екологічно безпечної та економічно доцільної технології захисту ґрунтів.

Із цією метою було розглянуто різну вхідну сировину для діяльності біогазових установок. Такі відходи (тваринні, сільськогосподарські, промислові та ін.) можуть піддаватися анаеробній ферментації, але відрізнятиметься відсоток та якість вихідних продуктів: біогазу та дигестату. Саме другий із них є об'єктом зацікавленості для ремедіації земельних ділянок, які зазнали антропогенного впливу. Як метод найчастіше обирають біостимуляцію для активації процесів самовідновлення території.

Із метою вирішення проблеми «оздоровлення» забруднених ґрунтів розглянуто можливість використання біогазового дигестату в якості джерела комплексу поживних речовин (NPK) для нафтодеструктивних мікроорганізмів. Наприклад, додаткове внесення азоту сприяє підтримці мінералізації, іммобілізації, нітрифікації та денітрифікації, а також впливає на вилугування та випаровування [2]. Це сприятиме інтенсифікації процесів самовідновлення ділянки за рахунок

забезпечення локальної біоти поживними речовинами, що стимулюватиме прискорення природних процесів деконтамінації. У результаті цього поглинені мікроорганізмами нафтопродукти перетворюються на прості сполуки H_2O та CO_2 [3].

Склад такого біостимулятора залежатиме від походження, складу вхідної сировини, особливостей процесів ферментації (тривалості, температури, тиску) [4]. Дигестат може бути застосований у цілому вигляді або у вигляді окремих фракцій (рідкої та твердої), отриманих після сепарації.

Надалі запропоновано надати біодобриву форму гранул за допомогою гранулятора та вносити *in situ*, оскільки така форма дозволяє дозовано та поступово, без надлишкового вивітрювання чи вимивання, збагачувати ґрунт поживними речовинами, є зручною у використанні, зберіганні й транспортуванні для малих та великих господарств. Результати роботи [5] показують, що внесення біодобрива підвищує рН ґрунту, покращує його якість, структуру, збільшує врожайність за рахунок додавання NPK.

Збереження та відновлення пошкоджених земель дозволяє досягати Цілей сталого розвитку, а саме Ціль 2 – подолання голоду, оскільки ця проблема безпосередньо торкається значної частини людства через неможливість залучати всі ґрунти світу до сільськогосподарської діяльності; Ціль 15 – збереження екосистем суходолу, оскільки у пошуку нових територій для будівництва або розширення промислового сектора антропогенна діяльність скорочує їх площу, а натомість комплексно забруднює та часто перетворює прилегли ділянки на погано придатні для використання за призначенням.

Таким чином застосування біогазового дигестату розглядається як екологічно безпечна й економічно вигідна технологія захисту геосфери, оскільки її застосування є хорошим варіантом для рішення проблеми втрати ґрунтами поживних речовин, необхідних для підвищення стійкості рослин до негативних впливів, поліпшення якості самих земель, їх водо- і повітропроникності, стимуляції процесів нафтодекструкції на забруднених ділянках без внесення сторонніх деструктивних речовин, що могло б призвести до вторинного забруднення. До того ж, покращення ґрунтових умов дозволяє виконувати Ціль 2 та 15 Цілей сталого розвитку, а, отже, робити внесок у збереження благ природи для майбутніх поколінь. Подальші дослідження будуть стосуватися визначення ефективності застосування дигестату під час проведення біоремедіації ґрунтів для подальшого його поширення як перспективної технології захисту геосфери.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Borowik A., Wyszowska J., Kucharski M., Kucharski J. Implications of soil pollution with diesel oil and BP petroleum with ACTIVE technology for soil health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2019. Vol. 16, no. 14. P. 2474. <https://doi.org/10.3390/ijerph16142474>.
2. Wysocka-Czubaszek A. Dynamics of Nitrogen Transformations in Soil Fertilized with Digestate From Agricultural Biogas Plant. *Journal of Ecological Engineering*. 2019. Vol. 20, no. 1. P. 108–117. <https://doi.org/10.12911/22998993/93795>.
3. Xu X., Liu W., Tian S., Wang W., Qi Q., Jiang P., Gao X., Li F., Li H. and Yu H. (2018) Petroleum Hydrocarbon-Degrading Bacteria for the Remediation of Oil Pollution Under Aerobic Conditions: A Perspective Analysis. *Frontiers in Microbiology*. 2018. Vol. 9. P. 2885. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02885>.
4. Kuusik A., Pachel K., Kuusik A., Loigu E. Possible agricultural use of digestate. *Proceeding of the Estonian Academy of Science*. 2017. Vol. 66, no. 1. P. 64–74. <https://doi.org/10.3176/proc.2017.1.10>.
5. García-López A.M., Delgado A., Anjos O., Horta C. Digestate Not Only Affects Nutrient Availability but Also Soil Quality Indicators. *Agronomy*. 2023. Vol. 13. P. 1308. <https://doi.org/10.3390/agronomy13051308>.

Сіпко Ірина Олександрівна – аспірантка кафедри екології та природозахисних технологій, Сумський державний університет, м. Суми. i.sipko@ecolog.sumdu.edu.ua.

Аблеєва Ірина Юрійівна – доктор технічних наук, доцент кафедри екології та природозахисних технологій, Сумський державний університет, м. Суми.

Sipko Iryna O. – Postgraduate of the Department of Ecology and Environmental Protection Technologies, Sumy State University, Sumy, i.sipko@ecolog.sumdu.edu.ua.

Ablieieva Iryna Yu. – Doctor of Science, Associate Professor of the Department of Ecology and Environmental Protection Technologies, Sumy State University, Sumy.

СУЧАСНИЙ СТАН ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ ПЛАСТИЧНИХ МАС

Івано- Франківський національний технічний університет нафти і газу

Анотація

Проаналізовано сучасні методи рециклінгу полімерних матеріалів для виробництва енергії, таких як піроліз і газифікація. Запропоновані технологічні рішення дозволяють перетворити пластикові відходи на синтетичну нафту.

Ключові слова: відходи пластичних мас, пластичні маси, полімерні матеріали, рециклінг, сортування відходів, переробка відходів пластичних мас, ефективний рециклінг, екологічна стійкість.

Abstract

The current methods of recycling polymer materials for energy production, such as pyrolysis and gasification, have been analyzed. The proposed technological solutions allow for the conversion of plastic waste into synthetic oil.

Keywords: Plastic waste, plastics, polymer materials, recycling, waste sorting, plastic waste processing, efficient recycling, environmental sustainability.

Вступ

Проблема поводження з відходами пластичних мас є однією з найбільш актуальних екологічних та економічних викликів сучасності. Щорічно у світі накопичуються мільйони тонн пластикових відходів, що не тільки забруднюють довкілля, але й створюють серйозні перешкоди для сталого розвитку суспільства.

Метою роботи є розробка пропозицій використання відходів пластичних мас для виробництва енергії.

Результати досліджень

Одним із перспективних напрямів у вирішенні проблеми є використання відходів пластичних мас для виробництва енергії. Такий підхід не лише сприяє зменшенню кількості відходів, але й дозволяє отримати додаткові ресурси у вигляді теплової та електричної енергії. Сьогодні в багатьох країнах світу вже впроваджуються технології, що дозволяють перетворювати пластикові відходи на енергію, однак в Україні цей напрямок потребує подальшого розвитку та оптимізації.

Використання пластикових відходів як джерела енергії має декілька значних переваг. По-перше, це знижує навантаження на полігони та зменшує забруднення ґрунту і водних ресурсів. По-друге, перетворення відходів на енергію може стати додатковим джерелом доходів та сприяти розвитку місцевих економік. Крім того, це зменшує залежність від традиційних джерел енергії, таких як вугілля та нафта, сприяючи енергетичній безпеці держави

Галузь виробництва пластичних мас є однією з найбільш динамічних і стратегічно важливих галузей світової економіки. Вона включає в себе виробництво широкого спектру полімерних матеріалів, які знаходять застосування у багатьох секторах, таких як автомобілебудування, будівництво, електроніка, упаковка, медицина та інші. [1]

Усі методи виготовлення виробів з пластмас можна поділити на такі групи виробництв з індивідуальною об'ємною часткою:

- лиття під тиском термопластів – 33 %;
- екструзія – біля 30 %;
- пресування – 26 %;
- каландрування – 5 %;
- інші методи – 6 %. [2]

Вибір методу виготовлення залежить від властивостей пластмас і призначення виробів.

Основною сировиною для виробництва продуктів з органічних речовин є різні види горючих копалин. Тверді відходи утворюються в ряді технологічних процесів в нафтопереробці, коксохімії, нафтохімічному і органічному синтезах, у виробництві гумових технічних виробів, у виробництві пластичних мас і різноманітних полімерних матеріалів. Крім того, значну масу складають відходи споживання окремих видів продукції тих самих виробництв, наприклад, різноманітні пластмасові та гумові вироби. Методи переробки та утилізації відходів виробництва та відходів споживання продуктів на органічній основі в цілому аналогічні. Але в проблемах утилізації відходів виробництва і споживання таких продуктів є суттєва різниця. Якщо відходи виробництва можуть перероблятися безпосередньо на підприємствах, які виробляють продукцію, то для переробки відходів споживання потрібна велика попередня робота по збору, класифікації та сортуванню відходів, що на даний час практично не виконується. У зв'язку з цим проблеми переробки відходів виробництва і споживання продуктів з органічної речовини розглядаються окремо. [3]

Виробництво пластичних мас є складним процесом, який утворює різноманітні відходи на кожному кроці. Ще на першому етапі сировини, яка в основі є нафтою і вугіллям, формуються відходи буріння, залишки самої ж сировини, побічні продукти, такі як сірка. [1]

Пластикові вироби займають одне з провідних місць у наукових та практичних дослідженнях. Завдяки своїм властивостям, таким як легкість, доступність через низьку собівартість, довговічність та міцність, пластик не втрачає популярності, і його виробництво та використання останні десятиріччя лише зростають. Відповідно, зростає і кількість полімерних відходів. За останні 70 років було вироблено 8,3 мільярда метричних тонн пластику, з яких приблизно 6,3 мільярда тонн стали відходами, і лише 9 % з них було перероблено. Переважна більшість таких відходів накопичується на сміттєзвалищах або потрапляє в природне середовище. Якщо теперішня тенденція збережеться, то до 2050 року на звалищах буде 12 мільярдів метричних тонн пластику. Наприкінці другого тисячоліття основною проблемою вважалось забруднення полімерними відходами суходолу, проте згодом стрімкими темпами почалося забруднення і світового океану. Така загрозлива ситуація вимагає пошуку ефективного вирішення проблеми поводження з полімерними відходами.

Їх переробка сприяє збереженню природних ресурсів, оскільки полімерні матеріали виробляються з нафти і газу. В умовах дефіциту полімерної сировини, полімерні відходи стають потужним сировинним і енергетичним ресурсом. Отже, переробка полімерних відходів може стати високоприбутковою економічною діяльністю, зокрема в галузі легкої промисловості, та забезпечить покращення екологічної ситуації в країні. Нагальним є пошук ефективних шляхів поводження з полімерними відходами для вирішення проблеми дефіциту полімерної сировини. [2]

Одним із перспективних методів вирішення проблеми утилізації відпрацьованих полімерів є метод конверсії, який полягає в термохімічному розкладанні відходів на первинні мономери та інші корисні речовини за допомогою піролізу або газифікації. Піроліз пластикових відходів є контрольованим процесом, що дозволяє отримати вторинні матеріали, які можна використовувати для різних цілей. Синтетична нафта, отримана в результаті піролізу, може перероблятися на нафтохімічні продукти або використовуватися як дизельне паливо завдяки високій теплотворній здатності ароматичних вуглеводнів.

Першим напрямом є термічна переробка, зокрема піроліз та газифікація. Піроліз є ефективним методом конверсії відходів пластмас у синтетичну нафту та газоподібні продукти, які мають високу теплотворну здатність і можуть використовуватися як паливо або сировина для нафтохімічної промисловості. Цей метод має значний економічний потенціал завдяки відносно низьким витратам на переробку та можливості отримання цінних продуктів. Завод Envion, який перетворює пластикові відходи на нафту, є прикладом успішної реалізації цієї технології. Важливо зазначити, що для зниження витрат та підвищення якості продукції можна використовувати каталізатори та оптимізувати процес піролізу.

Газифікація також є високоефективною альтернативою спалюванню відходів. Вона дозволяє отримувати синтез-газ, який може використовуватися для виробництва електроенергії, опалення та в хімічній промисловості. Газифікація з попереднім агломеруванням або гранулюванням полімерних відходів підвищує ефективність процесу та економічну вигоду.

Перевагою цього методу є відсутність утворення токсичних речовин, що робить його екологічно безпечним.

Одним із перспективних методів вирішення цієї проблеми є термічна переробка, зокрема піроліз та газифікація. Піроліз дозволяє перетворювати пластикові відходи на синтетичну нафту, газоподібні продукти та кокс. Цей метод є економічно вигідним і екологічно доцільним, оскільки дозволяє отримувати вторинні матеріали, які можуть використовуватися у нафтохімічній промисловості та як паливо.

Газифікація є ще одним ефективним методом термічної переробки пластикових відходів, який дозволяє отримувати синтез-газ для подальшого використання у виробництві енергії та в хімічній промисловості. Газифікація є високотехнологічною альтернативою традиційному спалюванню твердих відходів і має переваги, такі як відсутність утворення токсичних речовин при високих температурах.

Висновки

Встановлено, що комплексний підхід до використання відходів пластичних мас для виробництва енергії та підтримка державної політики, що сприяє переходу до циркулярної економіки, може забезпечити як економічні вигоди, так і покращення екологічної ситуації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.Синюк О.М. Наукові основи проектування обладнання для переробки полімерних відходів у виробі легкої промисловості : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.05.10 / О.М. Синюк, Київ. нац. ун-т технологій та дизайну. – Київ : [б.в.], 2018. – 44 с.

2.Михайлова Є. О. Аналіз методів перероблення пластикових відходів / Є. О. Михайлова, Д. М. Дейнека, Г. М. Панчева // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер.: Нові рішення в сучасних технологіях : зб. наук. пр. – Харків : НТУ "ХПІ", 2021. – № 1 (7). – С. 80-89.

3.Закон України «Про управління відходами» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#n987>

Михайлюк Юлія Дмитрівна – канд.тех.наук, доцент кафедри екології ІФНТУНГ, м.Івано – Франківськ, e-mail umiha23@gmail.com

Темченко Марія Тарасівна – студентка групи ЕКО-21-1, Факультет природничих наук Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, м. Івано-Франківськ, e-mail temchenkomaria@gmail.com

Yuliia Dmytrivna Mykhailiuk – Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Ecology at Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, email: umiha23@gmail.com

Mariia Tarasivna Tymchenko – Student of Group EKO-21-1, Faculty of Natural Sciences, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, email: temchenkomaria@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ

ДВНЗ Донецький національний технічний університет

Анотація

В статті проаналізовано сучасний стан накопичення промислових відходів в Україні, систематизовані сучасні проблеми у нормативно правовій базі та економіці країни, які перешкоджають ефективному поводженню з відходами. Запропоновано змінення загальних підходів до системи сортування і переробки відходів за рахунок поводження з відходами як із полікомпонентними продуктами.

Ключові слова: тверді побутові відходи, переробка, сортування, морфологічний склад, полікомпонентні вироби.

Annotation

The article analyzes the current state of accumulation of industrial waste in Ukraine, systematizes modern problems in the legal framework and economy of the country, which prevent effective waste management. It is proposed to change the general approaches to the waste sorting and processing system due to the treatment of waste as multicomponent products.

Key words: solid household waste, processing, sorting, morphological composition, multicomponent products.

Поводження з твердими побутовими відходами в Україні на сьогодні залишається актуальною науковою задачею. Наша держава належить до країн з найбільшими обсягами утворення та накопичення твердих побутових відходів, що призводить до прогресуючого погіршення екологічної ситуації [1].

За даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України ще до повномасштабного вторгнення в Україні вже накопичилося 15,6 млрд тонн промислових та побутових відходів, а тільки облаштовані полігони (близько 5 тис.) займали понад 9 тис. га нашої території, що приблизно дорівнює площі 230 тисяч футбольних полів. Кількість же несанкціонованих і незареєстрованих звалищ побутових відходів приблизно дорівнює кількості населених пунктів України (29831), а їх площа, за оцінками деяких експертів, займає до 7% (рис. 1) всієї конституційної території України [2].



Рис.1. 7% територій (виділено чорним) у співвідношенні до загальної площі України

З початком повномасштабної російської агресії до цього обсягу додалися ще і відходи руйнації, кількість яких щодня зростає. За даними Міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури України, станом на квітень 2024 року в Україні утворилося всього 223237,3 тонн відходів від руйнувань [3]. Кількість утворених відходів руйнування в розрізі по областях представлено в табл. 1.

Таблиця 1 - Кількість утворених відходів руйнування в розрізі по областях станом на квітень 2024 р.

Область України	тонн
Дніпропетровська обл.	587,9
Донецька обл.	4429,7
Житомирська обл.	8
Запорізька обл.	5343
Івано-Франківська обл.	1,6
Київська обл.	189229,4
Кіровоградська обл.	14,6
Львівська обл.	2015,8
м.Київ	1078,1
Миколаївська обл.	6010,3
Одеська обл.	1902,2
Рівненська обл.	82,03
Сумська обл.	726
Тернопільська обл.	10,2
Харківська обл.	1123,5
Хмельницька обл.	1362,1
Черкаська обл.	2612,9
Чернігівська обл.	6700
Чернівецька обл.	36092,6

Примітка: Чернівецька область подала інформацію про кількість утворених відходів у об'ємі 36092,6 метрів кубічних. По Вінницькій, Волинській, Закарпатській, Луганській, Полтавській, Херсонській областях інформація в міністерства відсутня [3].

Вирішення проблеми поводження з відходами в Україні, на думку багатьох авторів [4,5], на сьогодні полягає в першу чергу у поєднанні законодавчих, економічних, екологічних і наукових важелів.

Так, економічний механізм управління системою поводження з відходами має забезпечити створення та розвиток ресурсозберігаючих технологічних процесів, техніки, що за екологічними показниками не порушує встановлені нормативи, розміщення продуктивних сил та ресурсів з урахуванням екологічного обґрунтування, перерозподіл матеріально-технічних та трудових ресурсів з метою більш раціонального використання всіх видів ресурсів. Засобами економічного механізму є розділені та диференційовані тарифи за користування природними ресурсами, гнучка система оподаткування фізичних осіб та підприємств, державні дотації та інвестиції.

В основі економічного механізму регулювання системи поводження з відходами, що діє в нашій країні, лежить система плати власника за негативний вплив на довкілля. Нормами права передбачається наявність власника відходів, тобто належність їх відповідним особам. Закон України «Про відходи» зазначає, що суб'єктами права власності на доходи можуть бути громадяни України, іноземці, особи без громадянства, підприємства, установи та організації усіх форм власності, територіальні громади, Автономна Республіка Крим і держава. Також у законі визначені обов'язки власників відходів, серед яких: запобігати утворенню та зменшувати обсяги утворення відходів, забезпечувати повне збирання, належне зберігання та недопущення знищення і псування відходів, для утилізації яких в Україні існує відповідна технологія, що відповідає вимогам екологічної безпеки, не допускати зберігання та видалення відходів у несанкціонованих місцях чи об'єктах.

Правовий режим поводження з відходами – це система встановлених законодавством правових заходів, норм і правил, що визначають правові засади поводження з відходами з метою попередження негативного впливу відходів на навколишнє природне середовище та здоров'я людини.

Хоча українське законодавство і регулює порядок поводження з відходами, проте існує необхідність приведення норм екологічного права України у відповідність до норм міжнародного права. Основоположне значення в цьому аспекті має Закон України «Про загальнодержавну програму адаптації законодавства України до законодавства Європейського Союзу» від 18 березня 2004 року. Для вирішення цієї задачі можлива така послідовність здійснення адаптації законодавства у сфері поводження з відходами [6]:

- визначення актів «надбання Співтовариства», що регулюють правовідносини у такій сфері;

- переклад визначених актів європейського законодавства щодо поводження з відходами українською мовою; комплексний порівняльний аналіз нормативно-правових актів щодо відходів і поводження з ними;
- розроблення рекомендацій стосовно адаптації законодавства України з «надбанням Співтовариства»;
- визначення переліку законопроектних робіт у цій сфері;
- підготовка проектів законів та інших нормативно-правових актів, включених до переліку законопроектних робіт у зазначеній сфері, та їх ухвалення;
- моніторинг виконання та контроль законодавчих механізмів.

Серед недоліків сучасної нормативно-правової бази України у сфері поводження з відходами слід також відзначити відсутність: чітко визначеної відповідальності громадян за неправильне поводження з відходами; відповідальності виробників за утилізацію відходів, що утворилися внаслідок використання їхньої продукції; норм, зобов'язуючих до сортування відходів; положень, що закріплюють пріоритет утилізації відходів над їх захороненням; єдиного кодифікованого акта, яким має регулюватися сфера поводження з відходами і який би чітко відображав політику держави [6]. Враховуючи, що нині обсяги утворення відходів продовжують наростати, а повноцінний статистичний облік відходів не ведеться, застосування норм міжнародного права і позитивного міжнародного досвіду дозволить успішно реалізовувати проекти і програми поводження з відходами і формувати ефективні підходи до управління ними.

Ще одним важелем керування питанням поводження з твердими побутовими відходами в Україні є підвищення ефективності використання їх матеріально-ресурсного потенціалу. За існуючими в країні підходами для оцінки ресурсного потенціалу побутових відходів рекомендовано проводити дослідження їх морфологічного складу. Особливості алгоритму оцінки морфологічного складу ТПВ наведені в Методичних рекомендаціях з визначення морфологічного складу побутових відходів, затверджених Міністерством розвитку громад, територій та інфраструктури України у 2024 році [7]. Відповідно до методичних вказівок, морфологічний склад побутових відходів рекомендується визначати за такою класифікацією:

1. папір та картон;
2. скло;
3. пластик (пластмаси та інші полімери);
4. деревина;
5. текстиль;
6. метали (чорні та кольорові);
7. комбінована упаковка (упаковка, яка може містити в собі різні поєднання, наприклад картон та метали);
8. біовідходи (харчові відходи, овочі, фрукти, відходи садівництва, відходи від зелених насаджень тощо);
9. відходи електричного та електронного обладнання (телефони, комп'ютери, телевізори, холодильники, праски, радіопристрої тощо);
10. відходи батарей та акумуляторів (пальчикові, автомобільні, тощо);
11. небезпечні відходи (тара від розчинників, фарб, ртутні лампи, прострочені ліки, отрута, хімікати, гербіциди та пестициди, засоби гігієни, памперси, тощо);
12. великогабаритні побутові відходи (меблі, матраци, тощо);
13. ремонтні побутові відходи (цегла, штукатурка, шпалери, тощо);
14. залишок побутових відходів (кістки, шкіра, гума (шини, гумові рукавички тощо), каміння, вуличний змет тощо).

За даними досліджень фахівців станції роздільного збору побутових відходів у місті Луцьк Волинської області «Чистий Луцьк» зазначають [8], що найбільш ефективно із загальної маси ТПВ можна виділити п'ять основних складових, які можуть бути використані в якості вторинної сировини і становлять переважну більшість (до 75%) зі всього морфологічного складу побутових відходів: папір, метал, пластикові відходи (поліетилен і поліпропілен), скло, харчові органічні відходи.

Проте майже із самого початку формування системи поводження з твердими побутовими відходами в Україні поза увагою залишається питання комплексних полікомпонентних виробів у складі відходів. Адже відповідно до Закону України про відходи, самі відходи – це не тільки речовини сировинний ресурс відповідно до їх морфологічного складу, але часто комплексні предмети чи готові вироби, що втратили свої споживчі властивості і не мають подальшого використання за місцем їх утворення чи виявлення. І переважну частину побутових відходів, які викидаються, слід сприймати як сукупність одночасно декількох морфологічних компонентів, що потребують матеріально-економічної оцінки та попереднього вилучення їх із загальної структури виробу. Аналіз рентабельності переробки таких полікомпонентних відходів, розробка методів вилучення елементів із єдиної структури таких відходів і переосмислення загальних підходів до системи сортування і переробки відходів дозволить в перспективі повністю змінити представлення про відходи з екологічної проблеми на перспективні матеріально-сировинні ресурси.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Kutniashenko, O., Bondarenko, I., Toporov, A., Anishchenko, L., Ziuz, O., Dunayev, I., Krakhmalyov, A., Yavorovska, O., Kostina, O., & Aleksieieva, O. (2020). Improving the efficiency of equipment and technology of waste briquetting. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(10) (108), 36–52. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.220349>
2. Коротун О. Змішані відходи - це сміття. А роздільно зібрані - це ресурси. | Блоги БДМУ. *БДМУ | Головна сторінка*. URL: <https://www.bsmu.edu.ua/blog/2850-zmishani-vidhodi-tse-smittya-a-rozdilno-zibrani-tse-resursi/> (дата звернення: 18.09.2024).
3. Стан поводження з відходами від руйнувань в Україні станом на квітень 2024 року – Екологія Право Людина. *Екологія Право Людина*. URL: <https://epl.org.ua/announces/stan-povodzhennya-z-vidhodamy-vid-rujnuvan-v-ukrayini-stanom-na-kviten-2024-roku/> (дата звернення: 18.09.2024).
4. Малей О. В. Деякі аспекти діючого економічного механізму у сфері поводження з відходами // ТАРП. 2012. №1 (8).
5. Харченко Т. Б., Сагайдак Ю. А. Удосконалення системи переробки твердих побутових відходів в Україні // Вісник Київського національного університету ім. Тараса Шевченка. Серія: Економіка. 2014. №165.
6. Федунь М. В. Адаптація законодавства України до стандартів Європейського Союзу у сфері поводження з відходами. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/VLNU_Mv_2014_36\(2\)_23](http://nbuv.gov.ua/UJRN/VLNU_Mv_2014_36(2)_23)
7. Методичні рекомендації з визначення морфологічного складу побутових відходів/ уклад. Н. Кравченко.- Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України № 409 від 03.05.2024.- 9 с.
8. Шевчук Б. Як працює центр управління відходами у Луцьку. *Суспільне Луцьк*. URL: <https://suspilne.media/lutsk/377003-vze-maemo-postijnih-klientiv-ak-pracue-centr-upravlinna-vidhodami-u-lucku/> (дата звернення: 18.09.2024).

Кутняшенко Олексій Ігорович — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри природоохоронної діяльності, ДВНЗ Донецький національний технічний університет, м.Луцьк, oleksii.kutniashenko@donntu.edu.ua

Kutniashenko Oleksii Ihorovych — Candidate of Technical Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Environmental Protection, SHEE Donetsk National Technical University, Lutsk, oleksii.kutniashenko@donntu.edu.ua

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГРОМАД БЕЗПЕЧНОЮ ТА ЯКІСНОЮ ВОДОЮ

¹ Державний вищий навчальний заклад «Донецький національний технічний університет»;

² ТОВ Технічний університет «Метінвест Політехніка»

Анотація

Розроблено установку з аерації та термостабілізації води для використання у водозабрах в умовах сучасних техногенних проблем для забезпечення якісною чистою водою громад, підтримки цивільного захисту населення.

Ключові слова: аерація, ерліфт, техногенне забруднення, забруднення води, термостабілізація води.

Abstract

A system for aeration and thermal stabilization of water has been developed for use in water intakes in the context of modern technological problems to provide communities with high-quality clean water and support civil defense of the population.

Keywords: aeration, airlift, technogenic pollution, water pollution, water thermostabilization.

Вступ

Нещодавнє забруднення річок Сейм і Десна стало серйозною екологічною проблемою. Основною причиною вважається витік нечистот із російського цукрового заводу, що зрештою спричинив підвищений рівень амонію та інших забруднювальних речовин у воді. Ці речовини призвели до зниження вмісту кисню в воді, що викликало масу загибелі риби та загрозу здоров'ю водоспоживачам.

Наразі забруднена вода рухається вниз по Сейму та Десні в напрямку ріки Дніпро. При потраплянні хімічних речовин до Сейму забруднення нагадувало пляму та рухалось до Десни, далі воно потроху почало розпливатись, зменшуючи концентрацію природним шляхом – розбавлянням чистою водою річки Десна, проте продовжуючи рух до Дніпра. Зрештою, забруднення досягло Дніпра, одного з найбільших річок регіону. Це погіршило безпеку акваторії, оскільки Дніпро є ключовою водою, від якої залежить багато промислових та сільськогосподарських об'єктів. Все це ставить питання про необхідність впровадження технічних засобів запобігання потраплянню шкідливих речовин далі до споживачів, а додаткове очищення природніх вод стає як ніколи актуальним завданням.

Метою роботи є розроблення способу попереднього очищення води у водозаборах шляхом аераційних установок та терморегуляції.

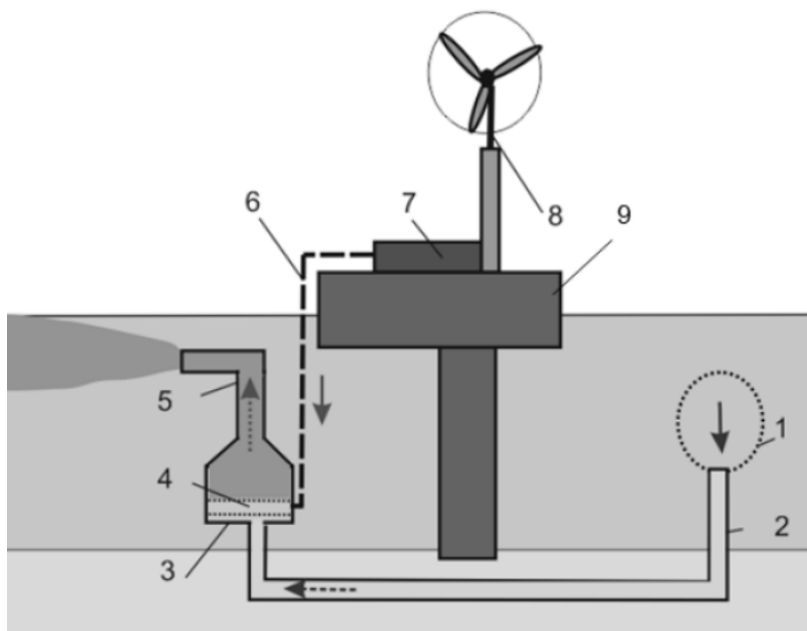
Результати дослідження

Вода є важливою для цивільного захисту населення з кількох причин: по-перше це забезпечення життя та здоров'я населення, по-друге використання для побутових та промислових потреб. Проте техногенні викиди, що потрапляють у водні ресурси забруднюють воду, що призводить до порушення роботи екосистем, знищення окремих видів рослин і тварин. Тривалий вплив забруднених вод на природу призводить до порушення водного балансу регіону та зниження рівня ґрунтових вод. Накопичене забруднення веде до створення «мертвих зон» у воді, де життя неможливо через брак кисню [1].

Для забезпечення населення якісною водою необхідно впроваджувати аератори на початковому етапі водозабору. Аератори є спеціалізованими пристроями, які насичують воду розчиненим киснем на рівні, який має бути не менше 6 мг/л. Достатнє насичення води киснем до розвитку корисних мікроорганізмів і мінералізації органічних речовин, що зменшує накопичення органічних забруднювачів, зменшує концентрацію поживних речовин, що є сприятливими для росту водоростей. Це, у свою чергу, зменшує ймовірність розвитку небажаних водоростей, зокрема синьо-зелених, які можуть вироб-

ляти токсини, небезпечні для здоров'я людини та тварин. Систематичне насичення води киснем покращує загальний стан водного середовища, знижує мутність води та покращує її смакові характеристики. Забезпечення чистої та безпечної води дозволить запобігти поширенню водних інфекцій і забруднень, що забезпечує рівень комфорту та здоров'я населення.

Розроблена установка ерліфт-аератор [2] представляє собою двоступінчастий ерліфт (рис.1).



1 - сітчастий фільтр; 2 - геотермальний теплообмінник; 3 - змішувальна камера; 4 - розпилювач; 5 - ерліфт; 6 - повітропровід; 7 - компресор; 8 - вітроагрегат; 9 - фундамент

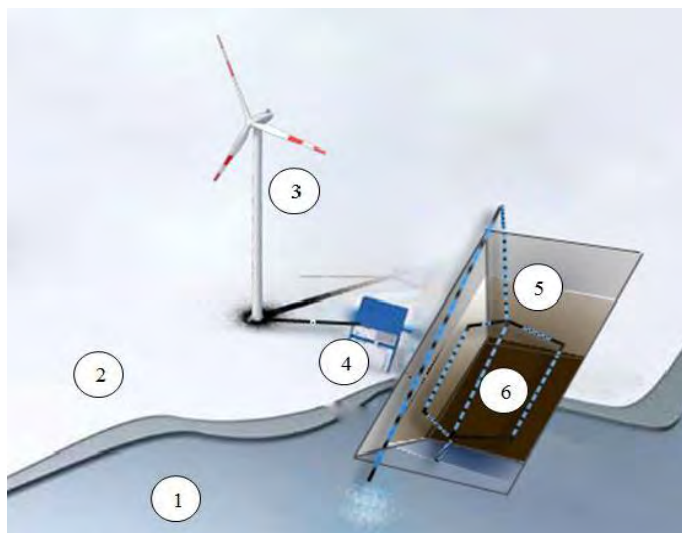
Рис.1. Конструктивна схема ерліфт-аератора

Вода з низькою концентрацією кисню проходить через водозабірну трубу, розташовану нижче рівня термокліну в літній період та нижче рівня промерзання взимку. Далі, після проходження через сітчастий фільтр (1), який видаляє великі частки та гідробіоти, що можуть заважати нормальному функціонуванню установки, вода надходить до геотермального теплообмінника (2). Тут температура води зростає до $+10...+15^{\circ}\text{C}$, що робить її придатною для продуктивного розчинення кисню. Потім вона потрапляє до змішувальної камери (3), де через розпилювач (4) подається стиснене повітря з повітропроводу (6). Газоводна суміш далі переходить до ерліфта (5). Діаметр камери є більшим за стовбур ерліфта, що забезпечує помірну швидкість руху та подовжує контакт повітря з водою.

Подача повітря відбувається через повітропровід (6) від компресора (7), який живиться від вітроагрегата (8). Компресор та вітроагрегат встановлені на фундаменті (9) для стабільності.

Вода, збагачена киснем, надходить до верхніх шарів водойми, що забезпечує обмін кисню між повітряною та водною фазами, підвищуючи концентрацію розчинного кисню у воді та запобігаючи евтрофікації. Рекомендується використовувати вітер як альтернативне джерело енергії для системи водоочищення, що може значно знизити експлуатаційні витрати на обслуговування обладнання або навіть принести прибуток від зеленої енергії. У випадку несприятливих метеорологічних умов можливе живлення від підстанції.

Відомо, що концентрація вмісту розчиненого кисню безпосередньо залежить від температури води, чим нижча температура води тим вище розчинність кисню у ній. Тому забезпечення термостабілізації води додатково підвищує її якість запобігаючи утворенню шкідливих водоростей. Регулювання температури води можна досягнути встановленням геотермального теплообміннику перед водозабором [3] (рис.2).



1 – водойма; 2 – ґрунт; 3 – вітряк; 4 – компресор; 5 – установка з аерації; 6 – труби геотермальної системи для терморегуляції води

Рис. 2. Конструкція системи аерації водойм із застосуванням вітрової енергії:

Теплообмінник представляє собою трубу або декілька труб, встановлені таким чином, щоб вода проходила через них на шляху до водозабору. Процес охолодження води у теплообмінниках створюється за допомогою геотермального тепла, що забезпечує ефективний тепловий обмін. Температура води влітку може досягати 30 °С, що сприяє активному цвітінню водоростей. За допомогою теплообмінника температура знижується до 20 °С. Таким чином зниження температури води уповільнює ріст водоростей, зокрема небажаних видів, таких як синьо-зелені водорості, це відбувається завдяки зменшенню доступних умов для їхнього розвитку та підвищення розчинності кисню. Так відбувається збільшення прозорості води та зникають небажані запахи.

Висновки

Таким чином, аерація є критично важливим елементом у системі водопостачання, сприяючи покращенню екологічних умов у воді та захисту здоров'я людей. А додаткова установка геотермальних теплообмінників забезпечує стійкий контроль температури води протягом тривалого часу та додатково підвищує розчинність кисню. Використання геотермальної енергії для охолодження є енергоефективним і екологічно чистим рішенням.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Studying the effect of mineral fertilizers on the development of the eutrophication process in the water bodies / V. Kostenko et al. Ecological engineering & environmental technology. 2023. Vol. 24, no. 4. P. 79–87. URL: <https://doi.org/10.12912/27197050/161950>.
2. Ерліфт-аератор: пат. 127009 Україна: МПК (2023.01), C02F 7/00, F03D 9/28 (2016.01), C02F 3/02 (2006.01), C02F 1/74 (2006.01) № a202101095; заявл. 05.03.2021; опубл. 08.03.2023, бюл. № 10.
3. Пристрій для термостабілізації та аерації води у водоймищі: пат. 141240 Україна: МПК C02F 3/14 (2006.01) № u201910119; заявл. 01.10.2019; опубл. 25.03.2020, Бюл. № 6.

Костенко Віктор Климентович — доктор техн. наук, професор, завідувач кафедри природоохоронної діяльності, ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», email: viktor.kostenko@donntu.edu.ua

Таврель Марина Ігорівна — старший викладач кафедри безпеки праці та охорони довкілля, ТОВ Технічний університет «Метінвест Політехніка», email: maryna.tavrel@mipolytech.education

Viktor Kostenko — Dr, Prof., Head of the Department of Environmental Protection, email: viktor.kostenko@donmtu.edu.ua

Maryna Tavrel — Senior Lecturer, Department of Occupational Safety and Environmental Protection, email: maryna.tavrel@mipolytech.education

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”

Анотація

У статті розглядаються сучасні інноваційні підходи до очищення стічних вод, які дозволяють підвищити ефективність видалення забруднюючих речовин і зменшити екологічне навантаження.

Ключові слова: очищення стічних вод, інноваційні технології, водоочищення, коагуляція.

Abstract

The article examines modern innovative approaches to wastewater treatment that enhance the efficiency of pollutant removal and reduce environmental impact.

Key words: wastewater treatment, innovative technologies, water purification, coagulation.

У сучасних умовах промислового розвитку питання ефективного очищення стічних вод набуває все більшого значення. Традиційні методи очищення часто не забезпечують необхідного рівня видалення забруднювачів, що призводить до серйозних екологічних проблем. Інноваційні підходи до водоочищення дозволяють значно підвищити ефективність процесів, знизити витрати енергії та мінімізувати вплив на навколишнє середовище.

Традиційні методи водоочищення, такі як механічна, хімічна та біологічна обробка, зазвичай не можуть впоратися з комплексними і стійкими забруднювачами. Вони є енерговитратними і часто вимагають використання великої кількості реагентів, що також підвищує вартість процесів. Проте останніми роками з'явилися інноваційні технології, які дозволяють значно підвищити ефективність очищення стічних вод. Одним із таких підходів є вдосконалена коагуляція, яка дозволяє ефективніше видалити забруднювачі за допомогою сучасних коагулянтів.

Коагуляція – це один з найпоширеніших методів очищення стічних вод, який базується на додаванні хімічних реагентів (коагулянтів) для нейтралізації заряду забруднюючих частинок. У результаті цього процесу мікрочастинки злипаються у великі агрегати (флокули), які потім можуть бути легко видалені шляхом осадження або фільтрації. Загалом, коагуляційний метод очищення застосовується при невеликих витратах стічних вод, за наявності дешевих коагулянтів, необхідності знебарвлення стоків і неповного їх очищення [1]. Коагуляція ефективно працює для видалення колоїдних забруднювачів, органічних речовин та важких металів.

У традиційній коагуляції використовуються солі алюмінію, заліза або поліелектроліти як основні реагенти, проте ці речовини мають певні обмеження, наприклад, високу корозійність або можливість утворення шкідливих залишкових сполук. З розвитком технологій з'являються нові підходи до коагуляції, які дозволяють підвищити ефективність процесу, знизити екологічні ризики і зменшити витрати. Інноваційні методи включають використання природних і біополімерних коагулянтів, модифікованих наночастинок та електрокоагуляції.

Одним із інноваційних напрямків є застосування природних полімерів для коагуляції. Наприклад, екстракти з рослин або біополімери, такі як хітозан (природний полімер, що входить до складу екзоскелетів комах, ракоподібних і клітинних стінок деяких грибів), мають властивості коагулянтів і є екологічно безпечними. Вони ефективні для видалення органічних забруднювачів і можуть бути використані для обробки стічних вод у харчовій, текстильній або фармацевтичній промисловості. Крім того, природні коагулянти мають менший вплив на здоров'я людини і природу, що робить їх перспективними для заміни хімічних аналогів.

Впровадження наночастинок у процес коагуляції є ще одним інноваційним підходом. Наноматеріали, зокрема оксиди металів, можуть бути використані для збільшення площі контакту із забруднювачами та підвищення швидкості процесу коагуляції. Наночастинки мають високу реакційну здатність і можуть використовуватися для видалення важких металів та органічних забруднювачів із стічних вод. Вони також підвищують ефективність коагулянтів і зменшують їхню кількість, що знижує витрати на очищення.

І останнє, електрокоагуляція – процес, в якому використовується електричний струм для генерації коагулянтів безпосередньо в об’ємі води. Вода проходить через електроди, і в результаті електрохімічних реакцій відбувається утворення гідроксидів металів, які виконують функцію коагулянтів. Цей метод є енергоефективним, не потребує додаткових хімічних реагентів і зменшує кількість осаду. Електрокоагуляція особливо ефективна для очищення води від масел, емульсій та органічних сполук.

Інноваційні підходи до коагуляції мають ряд переваг порівняно з традиційними методами, які дозволяють: зменшити використання шкідливих хімічних реагентів; знизити кількість утвореного осаду; підвищити ефективність видалення специфічних забруднювачів, таких як важкі метали та органічні сполуки; забезпечити більш екологічно чистий процес водоочищення; адаптувати методи до потреб конкретних галузей.

Отже, адаптація традиційної коагуляції до інноваційних технологій відкриває нові можливості для більш ефективного і екологічно безпечного очищення стічних вод. Використання природних коагулянтів, наноматеріалів та електрокоагуляції не лише підвищує продуктивність процесу, але й сприяє зменшенню негативного впливу на довкілля, що є важливим кроком у забезпеченні сталого розвитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.Петрук В.Г., Северин Л.І., Васильківський І.В., Безвозюк І.І. Природоохоронні технології: навчальний посібник. Ч. 2: Методи очищення стічних вод. Вінниця : ВНТУ, 2014. 261 с.

Босюк Альона Сергіївна – доктор філософії, асистент кафедри хімічна техніка та промислова екологія, навчально-науковий інститут механічної інженерії і транспорту Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”, м.Харків, e-mail: Alona.Bosiuk@mit.khpi.edu.ua

Bosiuk Alona – PhD, assistant of the Department of Chemical Techniques and Industrial Ecology, Educational and Research Institute of Mechanical Engineering and Transport, National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”, Kharkiv, e-mail: Alona.Bosiuk@mit.khpi.edu.ua

ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ТЕПЛОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ В ЯКОСТІ АДСОРБЕНТУ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

Сумський державний університет

Анотація.

Стрімкий ріст та розвиток людської популяції, а також зростання обсягів забруднення водних об'єктів внаслідок військових дій потребує негайного пошуку безпечних, економічно вигідних та легких в обслуговуванні методів очищення. Значну увагу дослідників привертають адсорбційні методи очищення стічних вод із використанням як адсорбентів відходів виробництв. Використання відходів теплоенергетики в процесі очищення стічних вод від важких металів є перспективним методом та дає подвійний ефект зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

Ключові слова: адсорбент; адсорбція; важкі метали; очищення стічних вод; золошлакові відходи.

Abstract.

The rapid growth and development of the human population, as well as the increase in the volume of pollution of water bodies as a result of military operations, requires an immediate search for safe, economically profitable and easy-to-maintain cleaning methods. Adsorption methods of wastewater treatment using industrial waste as adsorbents attract considerable attention of researchers. The use of thermal energy waste in the process of cleaning wastewater from heavy metals is a promising method and gives a double effect of reducing the negative impact on the environment.

Keywords: adsorbent; adsorption; heavy metals; wastewater treatment; ash and slag waste.

Стрімкий ріст та розвиток людської популяції призвів до надмірної експлуатації та деградації водних ресурсів, яка перевищує здатність до самовідновлення, що несе в собі загрозу глобальній екосистемі та людству. 23 % від загального обсягу споживання води використовується промисловими підприємствами [1].

За останні 5 років стрімко зростає зацікавленість науковців у вирішенні проблеми впливу недоочищених та неочищених стічних вод на навколишнє середовище. За даними бази даних ScienceDirect за запитом «очищення стічних вод» зацікавленість зросла з 16 914 публікацій в 2018 році до 36 159 публікацій у 2023 році [2].

Зростання обсягів забруднення водних об'єктів внаслідок антропогенного впливу відбувається також внаслідок військових дій, а отже потребує негайного пошуку безпечних, економічно вигідних та легких в обслуговуванні методів очищення.

Для створення раціональної схеми очищення стічних вод враховується їх склад, аналізуються фізико-хімічні показники. Найпоширеніші методи очищення стічних вод від важких металів включають адсорбцію, електрохімічні методи, нейтралізацію та осадження, мембранні методи [3]. Зазвичай стічні води з високим вмістом важких металів очищуються традиційними хімічними методами, ефективність цих технологій сильно залежить від концентрації важких металів, а також продукують велику кількість осаду [4].

Серед вищевказаних методів адсорбція є найбільш поширеним, простим, екологічно безпечним та ефективним методом очищення стічних вод від важких металів. Метод невибагливий та гнучкий завдяки різноманітності вибору адсорбенту. Ефективність очищення від 70 % до 98 % в залежності від використаного адсорбенту та умов проведення очищення. У адсорбції використовуються адсорбенти з великою площею поверхні та високою адсорбційною здатністю, так як цей метод передбачає концентрацію забруднювачів на поверхні або в порах адсорбенту [3].

Значну увагу дослідників привертають адсорбційні методи очищення стічних вод із використанням як адсорбентів відходів виробництва. Процес очищення стічних вод з використанням адсорбентів природних матеріалів або відходів промисловості не є новим, проте потребує постійної адаптації. Використання відходів теплоенергетики в процесі очищення стічних вод від важких металів дає подвійний ефект зменшення негативного впливу на навколишнє середовище за рахунок зменшення впливу золівідвалів, а також зменшення впливу поллютантів в стічних водах на водне середовище та ґрунти, а внаслідок зменшення негативного впливу на флору та фауну, та зокрема людину.

Відходи теплоелектростанцій вважають забруднювачем довкілля, але використовують у багатьох областях. Наприклад, його використовують при виробництві цементу, дорожнього покриття та як перспективний матеріал для очищення вод. Золошлакові відходи можуть використовуватись у процесах адсорбції, фільтрації, іонообміну, коагуляції, фотокаталізу [2].

Використання відходів теплоенергетики саме як адсорбенту у процесах очищення стічних вод методом адсорбції є перспективним методом, так як золошлакові відходи відповідають основним вимогам для сорбентів щодо великої питомої поверхні, пористості, морфології, хімічного складу [5].

Автори [5] підкреслюють можливість вторинного забруднення внаслідок вимивання небезпечних елементів (свинцю, міді, цинку, кадмію) із золошлакових адсорбентів, а також зменшення вимивання елементів із підвищенням лужності золошлаків, що потребує додаткових досліджень для вивчення впливу на навколишнє середовище. Для використання золошлаків як адсорбенту необхідний постійний контроль безпечності використовуваної сировини, щоб уникнути можливого вторинного забруднення в процесі адсорбції [5] та попередити негативний вплив на людину.

Усі перелічені переваги роблять використання золошлакових відходів у процесах очищення стічних вод перспективною альтернативою, яка може сприяти покращенню якості навколишнього середовища і стічних вод, а також економічній ефективності утилізації відходів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Blanco-Vieites, M., Suárez-Montes, D., Delgado, F., Álvarez-Gil, M., Battez, A. H., & Rodríguez, E. Removal of heavy metals and hydrocarbons by microalgae from wastewater in the steel industry. *Algal Research*. 2022. Vol. 64. P. 102700. doi: 10.1016/J.ALGAL.2022.102700
2. Залевська І. В., Гурець Л.Л. Аналіз технологій очищення стічних вод з використанням відходів теплоелектростанцій в якості адсорбенту. *Збірник наукових праць НУК*. 2024. Вип. 1. С. 159–165. doi: 10.15589/znp2024.1(494).22
3. Wang, Q., Wang, B., Ma, Y., Zhang, X., Lyu, W., & Chen, M. Stabilization of heavy metals in biochar derived from plants in antimony mining area and its environmental implications. *Environmental Pollution*. 2022. Vol. 300. P. 118902. doi: 10.1016/J.ENVPOL.2022.118902
4. Shrestha, R., Ban, S., Devkota, S., Sharma, S., Joshi, R., Tiwari, A. P., Kim, H. Y., & 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. doi: 10.1016/J.JECE.2021.105688
5. Singh, N. B., Agarwal, A., De, A., & Singh, P. Coal fly ash: an emerging material for water remediation. *International Journal of Coal Science & Technology*. 2022. Vol. 9, no 3. P. 44. doi: 10.1007/s40789-022-00512-1

Залевська Ірина Віталіївна – аспірантка кафедри екології та природозахисних технологій, Сумський державний університет, м. Суми. i.zalevska@ecolog.sumdu.edu.ua.

Zalevska Iryna V. – Postgraduate of the Department of Ecology and Environmental Protection Technologies, Sumy State University, Sumy, i.zalevska@ecolog.sumdu.edu.ua.

О.Ф. Рильський¹
К.О. Домбровський¹
Ю.Ю. Петруша²

НОВІТНІ БІОТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ І ПРИРОДНИХ ВОД

¹ Запорізький національний університет

² Національний університет «Запорізька політехніка»

Анотація

Запропоновано нову технологію перетворення гребель на малих річках України в локальні очисні споруди, що призведе до значного покращення якості води малих річок.

Ключові слова: новітня біотехнологія, греблі малих річок, біоконвеєр, розділ трьох фаз.

Abstract

A new technology for converting dams on Ukraine small rivers into local water treatment facilities has been proposed. This will lead to a significant improvement in the water quality of small rivers.

Keywords: modern biotechnology, dams of small rivers, bioconveyor, division of three phases.

Загально відомо, що організм людини складається більше ніж на 60 % з води, але вирішальну роль в якості життя відіграє не тільки об'єм води в клітині та міжклітинному просторі, а й якість цієї води. Більшість патологій людського організму та хвороб неінфекційного походження залежить від того, яку воду споживає людина. Шляхи потрапляння води в організм людей і тварин різноманітні. Це не тільки пряме споживання у вигляді водопровідної, бутильованої, джерельної води або модифікованої у вигляді чаїв, кави та різних забарвлених напоїв («Coca-cola», «Pepsi», «Fanta» тощо), а також споживання їжі, яка теж містить певний відсоток рідини. Тому якість водного середовища в середині та поза межами організмів є найголовнішим чинником їх «здоров'я».

Забруднена вода становить загрозу для якості та чистоти ґрунтів, які потім слугують базою для вирощування сільськогосподарської продукції, котра напряму впливає на всі організми, що її споживають (людина, тварини).

Найфаховіший вчений в області біотехнологій очищення води професор, доктор біологічних наук Петро Ілліч Гвоздяк вважав, що стратегічним завданням людства є доведення стану води в річках до її питної якості. Беззаперечно, що ця ідея є абсолютно вірною, і починати треба з очищення води малих річок, які живлять всі середні та великі ріки планети Земля.

Сьогодні в Україні протікає близько 71000 рік, річок і струмків. Загальний об'єм води в них становить близько 209,8 км³/рік. Запорізька область (південно-східний регіон) має 109 річок. Серед них тільки 3 річки відносяться до середніх (Конка, Гайчур, Молочна), інші – до малих річок. Більшість цих річок перегороджено греблями. Найбільшу кількість гребель споруджено на таких річках: Конка та її притоки (205), Гайчур (172), Верхня Терса (141), Білозерка (45), Мокра Московка (37), Обіточна (68), Молочна (67), Берда (61).

На даний час немає природного чинника погіршення якості прісної води в річках, окрім антропогенного впливу. До погіршення якості води в річках призводить, зокрема, скид неочищених та недоочищених стічних вод підприємств; зменшення річного об'єму стоку за рахунок випаровування води з поверхні водойм (ставків, озер); зменшення швидкості самоочищення через уповільнення або припинення течії, що відповідно, спричиняє зменшення ступеня аерації; забруднення сполуками нітрогену та фосфору, змитими з територій, задіяних у сільському господарстві.

До зменшення річного стоку може призводити, як зазначено вище, випаровування з водного дзеркала водосховищ, а також несанкціонований відбір води з малих річок, підвищення температури води, пов'язане з припиненням течії або зменшенням її швидкості, та масове буріння артезіанських свердловин.

Обмеженість об'єму (≈ 36 млн км³) прісної води на планеті та катастрофічна динаміка її забруднення спонукають людство до термінових і рішучих дій щодо впровадження нових біотехнологій по очищенню стічних, природних, зливових та інших вод.

В Україні розроблено новітню біотехнологію, яка дозволяє без капітальних затрат перетворити після мінімальної модернізації більше ніж 1060 гребель (а саме стільки їх сьогодні побудовано на малих річках) на локальні очисні споруди (рис. 1).

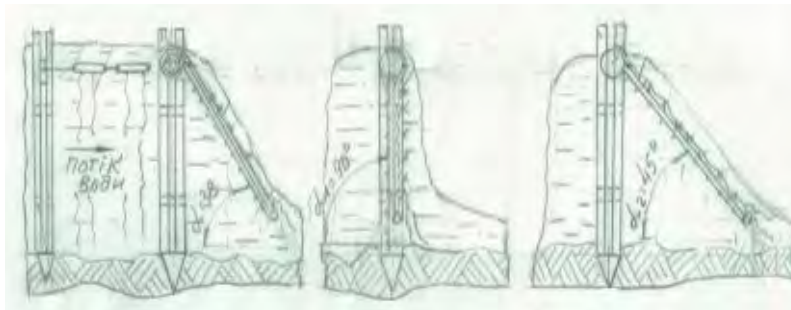


Рис. 1. Використання тіла греблі в якості очисної споруди при різних способах спуску води з верхнього до нижнього б'єфу

У біотехнології використано фундаментальні і практичні досягнення професора, д.б.н. Гвоздяка П.І. (штучний носій «ВІЯ») і академіка Зайцева Ю.П. в області мікробіології, гідробіології і біотехнології очищення води.

Головні переваги новітньої біотехнології:

- вперше греблі на малих і середніх річках можуть бути використані як локальні очисні споруди;
- біотехнологія дозволяє значно знизити концентрації біогенних елементів (N, P, C) у воді, та провести деструкцію більшості сполук органічно-синтетичної природи, незалежно від джерела потрапляння цих сполук у воду річок (з сільськогосподарських земель, з промислових, господарських або зливових стоків);
- не потребує примусової аерації та витрат електроенергії на неї;
- використано ефект збільшення різноманіття гідробіонтів, закріплених на розділі 3-х фаз: твердої, рідкої, газоподібної;
- у локальному просторі сконцентрована максимальна біомаса мікроорганізмів-деструкторів;
- інтенсивне насичення води киснем повітря;
- реалізований принцип «біоконвеєра».

Таким чином, для реалізації цієї ідеї необхідні:

- юридична підтримка Держави у вигляді окремого закону, який зобов'язує територіальні громади виконати певні дії з модернізації гребель, що знаходяться на території громади;
- державна підтримка громадам у вигляді спеціальної програми з очищення води малих річок, та доведення води в них до питної якості;
- системна робота Держави по масовій екологічній освіті громадян в області збереження найціннішого ресурсу Планети Земля – питної води.

Рильський Олександр Федорович – доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри загальної та прикладної екології і зоології, Запорізький національний університет

Домбровський Костянтин Олегович – кандидат біологічних наук, доцент кафедри загальної та прикладної екології і зоології, Запорізький національний університет

Петруша Юлія Юрївна – кандидат біологічних наук, доцент кафедри «Композиційні матеріали, хімія та технології», Національний університет «Запорізька політехніка»

Rylskiy Olexandr F. – Dr. Sc. (Biol.), Professor, Head of the Chair of general and applied ecology and zoology, Zaporizhzhia National University, Zaporizhzhia

Dombrovskiy Kostiantyn O. – Cand. Sc. (Biol.), Assistant Professor of general and applied ecology and zoology, Zaporizhzhia National University, Zaporizhzhia

Petrusha Yuliia Yu. – Cand. Sc. (Biol.), Assistant Professor of «Composite materials, chemistry and technologies», National University «Zaporizhzhia Polytechnic», Zaporizhzhia

МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ПРОГНОЗУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕНЕРГОЕКОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ З ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ МІСЬКИХ БУДИНКІВ

¹Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

Анотація

Запропоновано методичне забезпечення для прогнозування енергетичної й екологічної ефективності впровадження існуючих і новітніх технологій з термомодернізації міських будинків

Ключові слова:

Енергетична й екологічна ефективності термомодернізації будинків Технологій утеплення міських будівель

Abstract

Methods and means of increasing energy and environmental efficiency in the system "boiler room - heat consumers" are considered

Key words: Emissions of pollutants from municipal boilers. Energy ecological efficiency of city buildings insulation

Термомодернізація міських будівель відповідає державній політиці з енерго-ресурсозбереження та передбачає реконструкцію будинків із низьким рівнем теплосбереження [1, 2]. Спрямована вона на зниження втрат тепла міськими будинками та відповідне скорочення споживання палива котельнями, що їх обслуговують. Пропорційно зменшаться викиди котельнями кожної екологічно небезпечної речовини [3]. Масштабна термомодернізація міських будинків потребує, з одного боку, вибору певних будівельних технологічних рішень стосовно утеплення будинків, а з іншого, – оперативного оцінювання та прогнозування енергетичної й екологічної ефективності запроваджуваних рішень, що додатково потребує виокремлення та визначення рівнів скорочення палива котельнями та відповідного зниження викидів екологічно небезпечних речовин в атмосферу, досягнутих в результаті реалізації певних технологій збереження тепла.

Мета роботи – Створення методичного забезпечення для оперативного прогнозування енергетичної й екологічної ефективності впровадження існуючих і новітніх технологій з термомодернізації міських будинків.

Для досягнення поставленої мети визначалися три основні групи енергетичних і екологічних показників, пов'язаних з термомодернізацією будинків, а саме: втрати тепла міськими будинками, що підлягають реконструкції; витрати палива котельнями та виокремлення з цих витрат частки, обумовленої впровадженням технологій збереження тепла; викиди котельнями екологічно небезпечних речовин в атмосферу, включаючи парниковий газ CO₂, та рівні їх зниження за рахунок термомодернізації. Зазначені три групи показників визначалися з використанням теоретичних та практичних методів, запропонованих авторами в роботах [4–7, 9, 10, 14], які узагальнені, систематизовані та покладені в основу створюваного методичного забезпечення.

Визначення втрат тепла міськими будівлями проводилося для типового п'ятиповерхового житлового будинку. В результаті, отримано приведені втрати тепла будинком які склали близько $W = 160 \text{ кВт}/1000 \text{ м}^2$ [7], Зменшити їх шляхом термомодернізації можливо тільки до якогось певного раціонального рівня. Таким рівнем обрано втрати тепла у висотних новобудовах, збудованих за оновленим стандартом збереження тепла [8]. Для нового типового міського житлового будинку аналогічні втрати тепла склали $W^*=139 \text{ кВт}/1000\text{м}^2$ [9], тобто виявилися меншими за величину $W = 160 \text{ кВт}/1000\text{м}^2$ на 13% яку було прийнято в якості теоретично досяжного потенціалу збереження тепла типовим міським будинком. Цей потенціал було розподілено на три основні частки, котрі можуть бути реалізовані за рахунок: теплоізоляції фасадних стін з вікнами в них – 5,5 %; нормалізації обов'язкової вентиляції – 3,7 %; усунення протягів – 3,8 %. Причому зменшити

втрати тепла з вентиляційним потоком, який передбачений санітарними вимогами, не є можливим. Тому сумарний теоретично досяжний потенціал збереження тепла складе не 13%, а близько 9,3% (5,5 % + 3,8 %).

Оперативний контроль рівня реалізації досягнутого потенціалу рекомендовано проводити шляхом обстежень втрат тепла зовнішніми (фасадними) стінами з використання точкового інфрачервоного пірометра або інфрачервоної камери. З їх застосуванням виявлено, що після монтажу на фасадних стінах пінопластового утеплювача товщиною 100 мм, прогнозовані питомі втрати тепла будинком при атмосферній температурі -10°C, знизяться на 2,86 %, що менше теоретичного потенціалу – 5,5 %. Тому варто шукати перспективні технології з термомодернізації будинків з більшим ефектом. Так, з точки зору масового впровадження, за рекомендаціями будівельників [11], варто орієнтуватися на «мокрі фасади». Для таких фасадів нами рекомендований утеплювач фасадних стін на основі мінеральної вати, зокрема, широко відомий недорогий матеріал ISOVER - штукатурний. При його застосуванні, тільки за рахунок низької теплопровідності (0,034 Вт/м*К, проти 0,048 Вт/м*К – у пінопласта) практична реалізація потенціалу збереження тепла підвищиться до 4,04% замість 2,86 %, досягнутих для пінопласту, що дозволить під час термомодернізації будинків довести практично досягнутий потенціал збереження тепла до 8 % (з теоретичних 13%). Між тим, потенціал використання будівельного пінопласту також може бути підвищений за рахунок збільшення товщини його шару до 200 мм (рис.1 – ліворуч) або шляхом використання плит товщиною 160 мм, сформованих у вигляді конструктивних елементів розміром 600 на 1250 мм з уступами висотою 80 по периметру, як у ламінаті для підлог, (рис.1 – праворуч), що забезпечує високу технологічність монтажу на стінах з використанням будівельних клеїв (замість шурупів чи дюбелів, що руйнують стіни).

Рис.1. Пінопластові утеплювачі фасадних стін: ліворуч – з екструдованого полістиролу; праворуч – у вигляді конструктивних елементів товщиною 160 мм з уступами висотою 80 мм по периметру



Решта теоретичного потенціалу (3,8 %) пов'язана з протягами. Для його практичної реалізації рекомендовано використовувати відомі технологічні рішення [12].

Оперативне прогнозування витрат палива котельнею та відповідних викидів екологічно небезпечних речовин в атмосферу рекомендовано виконувати на основі запропонованих за участю авторів енергоекологічних індексів – K_i [4 – 6], які визначаються за співвідношенням:

$$K_i = B_i / B_{8C} = E_j / E_{j8C}, \quad (1)$$

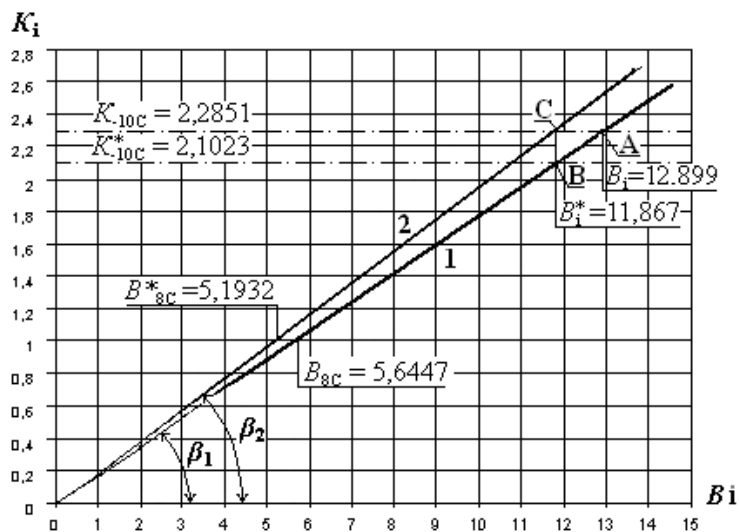
де B_i , B_{8C} – відповідно поточна добова витрата палива котельнею та опорне значення його добового споживання, визначене на початку опалювального сезону для температури атмосфери 8°C, при якій зазвичай починається обігрів будинків; E_j , E_{j8C} – відповідно поточний викид котельнею кожної j -ої екологічно небезпечної речовини (домішки у складі димових газів) та їхні опорні значення, які також розраховують одноразово за величиною – B_{8C} за типовою розрахунковою методикою [3].

Указані поточні енергоекологічні індекси – K_i , визначаються за формулою (1) для кожної котельні до i після термомодернізації при однаковій температурі атмосфери у вигляді певних значень, що зменшуються від впровадження ресурсозберігаючих технологій чи організаційно-технічних заходів, передбачених термомодернізацією. Процедура ж визначення витрат палива котельнею та виокремлення частки її зменшення, яка обумовлена термомодернізацією будинків, запропонована на основі залежності поточних значень K_i від поточних витрат палива котельнею B_i , що є специфічною для кожної котельні.

Для ілюстрації цього положення будувалися графіки залежності індексу K_i від B_i певною котельнею, що відповідатимуть її потужності до та після термомодернізації будинків. Зроблено це

для дослідженої в роботі [4] міської котельні, яка працює на природному газі. При цьому для кожного графіка визначено числові значення параметрів B_{8c} , що ідентифікують вихідні рівняння кожного графіка, а також витрату палива котельнею – V_i при температурі атмосферного повітря -10°C . Результати наведені на рис. 2.

Рис. 2. Результати побудови лінійних залежностей поточних значень енергоекологічного індексу – K_i від поточної витрати палива котельнею – V_i , т/добу до (графік 1) та після (графік 2) масштабної термомодернізації будинків з реалізацією на практиці потенціалу збереження тепла у 8 %.



Порівняння витрат палива котельнею можливо при однаковій температурі, як до, так і після термомодернізації. Доцільно обрати температуру 0°C , прийняту за нормальну для атмосферного повітря, а також для визначення номінальної потужності котлоагрегатів. Для цієї температури одразу матимемо значення $K_{0c} = 1,5711$. Цьому індексу відповідатиме номінальна витрата палива котельнею – V_{in} та номінальні викиди основних забруднюючих речовин – E_{jn} , які зазвичай містяться у паспортних даних котлоагрегатів. При наявності цих даних спрощується процес розрахункового визначення величин витрати палива та викидів котельнями.

Оперативне розрахункове визначення та прогнозування викидів екологічно небезпечних речовин котельнями в атмосферу, як до, так і після масштабної термомодернізації, виконувалося на основі питомих показників, характерних для спалювання енергетичними установками котелень 1 тони різного виду палива(природний газ, мазут, вугілля), які визначені авторами для номінального режиму їх роботи[14]. В результаті виконаних розрахунків відповідно до створеного методичного забезпечення показано, що, після масштабної термомодернізації, очікувана величина витрати палива (природного газу) котельнею, наприклад потужністю 9,6 МВт, зокрема для температури 0°C , знизиться з 19,64 т/добу до 18,069 т/добу, тобто на 1,571 т/добу, сумарний викид забруднюючих речовин зменшиться з 0,2822 до 0.2596 т/добу, тобто на 0,0226 т/добу, а викид CO_2 – з 52,792 до 48,568 т/добу, отже зменшиться на 4,223 т/добу.

В перерахунку на кожний 1 МВт номінальної потужності котельні отримуємо для температури 0°C такі питомі показники прогнозованої енергетичної й екологічної ефективності термомодернізації міських будинків, а саме:

- економію палива – 0,1636 т/МВт добу;
- зменшення сумарного викиду забруднювачів – 0,0023541, т/МВт добу;
- зменшення викиду CO_2 – 0,4399 т/ МВт добу.

Отримані у такий спосіб питомі добові показники дозволяють охарактеризувати енергетичну й екологічну ефективність впровадженої технології з термомодернізації, причому їх можливо перерахувати і для середніх температур за опалювальний сезон.

Таким чином, відповідно до поставленої мети, створено методичне забезпечення для оперативного розрахункового оцінювання та прогнозування показників енергетичної й екологічної ефективності масштабного впровадження відомих та рекомендованих перспективних технологічних рішень з термомодернізації будинків, що обслуговуються міськими котельнями, в певних кліматичних умовах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Очеретний В. П. Термомодернізація будинку – пріоритетний напрямок енергозбереження в Україні [Текст] / В. П. Очеретний, А. С. Бойко // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2012. – № 2. – С. 162-166.

<http://ocheretniy.vk.vntu.edu.ua/pub>

2. Програма з енергозбереження, енергоефективності та раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів у місті Дніпрі на 2022 – 2026 роки. Сайт Дніпровської міської ради – <https://dniprorada.gov.ua/uk>

3. ГКД 34.02.305-2002. Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення. (n.d.).

http://docs.dbn.co.ua/49_1583178492500.html.

4. Колесник В.Е., Павличенко А.В., Монюк І.В.. Обґрунтування розрахункового методу оперативного визначення поточних викидів міських котелень, показників їх енергоефективності та ступеня екологічної небезпеки. Зб. наук. праць Національного гірничого університету, № 60. – С 162 – 176. (<https://doi.org/10.33271/crpnmu/60.162>).

5. Колесник В.Е., Павличенко А.В., Монюк І.В. Оцінка ресурсозберігаючого та екологічного ефектів в системі «котельня – споживачі тепла – довкілля» від утеплення зовнішніх стін будинків / Зб. наук. праць Національного гірничого університету, № 61 (2020). – С. 116-128. (<https://doi.org/10.33271/crpnmu/61.116>).

6. Колесник В.Е., Павличенко А.В., Монюк І.В. Оцінка енергоекологічної ефективності технологій з ресурсозбереження та захисту атмосфери від викидів в системі «котельня – споживачі тепла – довкілля» / Вісник ЛДУБЖД (Bulletin of Lviv State University of Life Safety), №22, 2020, – С. 23 – 31. (DOI: 10.32447/20784643.22.2020.04) <https://journal.ldubgd.edu.ua/index.php/Visnuk/>

7. Колесник В.Е., Монюк І.В. Оцінка втрати тепла типовим п'ятиповерховим житловим будинком як чинника екологічної безпеки міста. Опубліковано в електронному вигляді на сайті конференції/Інтернет ресурс: Challenges and Issues of Modern Science. <https://fti.dp.ua/conf/2023/05238-1650/>.

8. ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні будівель ((Наказ Мінрегіону України від 27.07.2015 р. № 178, чинний з 2016-01-01. Мінрегіон України Київ 2015.139 с.).

9. Iryna Moniuk Insulation of high-storey residential buildings in the territory of urban communities and determination of its energy-environmental efficiency. *Chemical engineering*, 2023. Vol. 5 No. 3(73). – 29-34. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2023.290329>.

11. Монюк І.В., Колесник В.Е., Павличенко А.В.. Оцінка енергоекологічної ефективності інсоляції в системі «котельня – споживачі тепла – довкілля». // 6-й міжнародний молодіжний конгрес сталий розвиток: захист навколишнього середовища, енергоощадність, збалансоване природокористування (09 – 10 лютого 2021 р.). – Львів, 2021. – С 89. Опубліковано на сайті конгресу: <http://science.lpnu.ua/uk/ekokongres-2020/molodizhnyy-kongres>

12. Нетеса, К. М. (2021). Вдосконалення та визначення раціональних організаційно-технологічних рішень влаштування фасадних систем багатоповерхових цивільних будівель (Авто-реферат на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна). НБУВ

<http://www.irbis-nbuv.gov.ua/aref/0421U101448>

13. Куприянова А.А. Сучасні способи утеплення, звукоізоляції та гідроізоляції будинків і квартир. Новітні технології та матеріали. – Х.: Віват, 2015. – 256 с.

14. Колесник В.Е., Борисовська О.О., Монюк І.В. Аналіз визначальних чинників екологічної небезпеки та заходів по її зниженню в системі «котельня – споживачі тепла – довкілля» // Зб. наук. праць Національного технічного університету «Дніпровська політехніка», № 73 (2023). – С.218-228. <https://doi.org/10.33271/crpnmu/73.218>

Колесник Валерій Євгенійович – д.т.н., професор, професор кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища НТУ «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, kolesnikve@yahoo.com

Монюк Ірина Володимирівна – аспірант кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища НТУ «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, imov87@gmail.com

Kolesnik Valeriy Y. – Doctor of Technical Science, Professor, Professor of the Department of Ecology and Technologies of Environmental Protection, National Technical University «Dnipro Polytechnic», Dnipro, kolesnikve@yahoo.com

Moniuk Iryna V. ☒ postgraduate of the Department of Ecology and Technologies of Environmental Protection, National Technical University «Dnipro Polytechnic», Dnipro, imov87@gmail.com

OPTICAL PROPERTIES OF ZINC OXIDE – EFFECTIVE PHOTOCATALYST

¹ National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”

Анотація

Розглянуто оптичні властивості цинк (II) оксиду з точки зору його застосування для фотокаталітичного вилучення барвників зі стічних вод.

Ключові слова: наноструктура, оптичні властивості, цинк (II) оксид, валентна зона, фотолюмінесценція.

Abstract

The optical properties of zinc (II) oxide are considered from the point of view of its application for photocatalytic removal of dyes from wastewater.

Keywords: nanostructure, optical properties, zinc (II) oxide, valence band, photoluminescence.

Introduction

The optical properties of ZnO nanostructures have been widely studied due to their promising potential in optoelectronics. The optical properties of ZnO nanostructures are related to both internal and external effects. The internal optical transitions occur between electrons in the conduction band and holes in the valence band, including excitonic effects due to Coulomb interaction. External properties are associated with additives or defects that tend to create discrete electronic states in the band gap, and therefore affect both optical absorption and emission processes. ZnO is typically formed as an n-type semiconductor material in which electrical conductivity is due to excess zinc, presumably interstitially within the lattice and oxygen vacancies [14]. External defects, such as hydrogen, are more often included as minor donors [15]. In general, ZnO is a wide semiconductor bandgap material (3.4 eV), making it potentially useful for efficient UV laser diodes and low power thresholds for room temperature pumping. It is also one of the promising materials for high temperature and high-power devices. High-temperature operation requires a wide bandgap so that the internal carrier concentration remains. High-power operation is attractive for wide bandgap semiconductors because of the larger breakdown fields.

Results and discussion

The photoluminescence (PL) spectra of ZnO nanostructures have been widely reported experimentally. The room-temperature FL spectrum of ZnO typically consists of a near ultraviolet (380 nm) emission band due to the band-to-band transition and a green-yellow emission band associated with oxygen vacancy. In addition, a red emission band has also been reported, and this has been attributed to vacancies of doubly ionized oxygen [17]. The green emission intensity of ZnO was reported to increase with decreasing nanowire diameter. This indicated that the defect level was higher in thinner nanowires due to the increase in the surface to volume ratio. The constant decrease in the diameter of the ZnO nanowire leads to a quantum size effect, which is manifested in a blue shift of the edge band emission in the photoluminescence spectra (as shown in Fig. 1) [18].

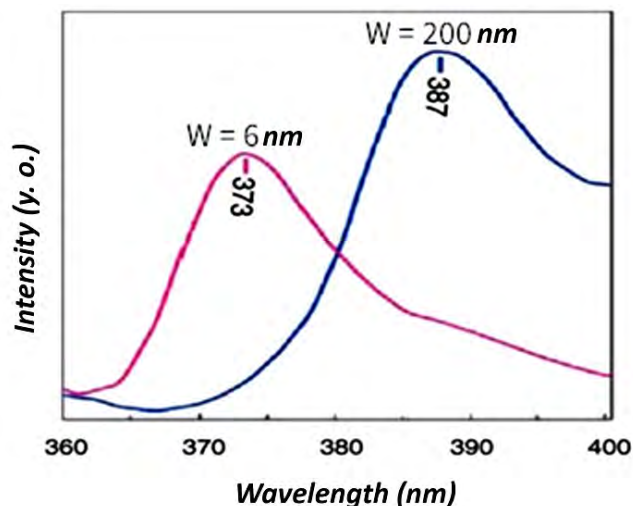


Fig. 1. Photoluminescence spectra of 6 nm and 200 nm wide ZnO nanoribbons

In addition, the most important advantage of ZnO nanostructures is the high exciton binding energy (60 meV), which is 2.4 times higher than the effective thermal energy (25 meV) at room temperature, resulting in effective exciton emission at room temperature. This is one of the key parameters by which ZnO exhibits room temperature power generation. Additional advantages of ZnO nanowire lasers are that exciton recombination lowers the generation threshold, and quantum confinement yields a significant density of states at the band edges and increases radiation efficiency. Moreover, due to its almost cylindrical geometry and high refractive index (~ 2.0), ZnO nanostructures are a natural candidate for optical waveguides [19].

Conclusions

It has been established that zinc (II) oxide is an effective and promising photocatalyst that allows the removal of a wide range of dyes from water and is environmentally friendly.

REFERENCES

1. Оптичні властивості оксиду цинку [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/308273887_Intrinsic_and_extrinsic_doping_of_ZnO_and_ZnO_all_oys, вільний. Мова – англійська.
2. Оптичні властивості оксиду цинку [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1367-2630/16/8/083040>, вільний. Мова – англійська.
3. Механізм зеленої люмінесценції в ZnO [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/230576681_Mechanism_of_green_luminescence_in_ZnO, вільний. Мова – англійська.
4. Оптичні властивості оксиду цинку [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.osapublishing.org/DirectPDFAccess/CB683648-2BA1-4809-877B4260D48B58CF_401428/oe-26-24-31965.pdf?da=1&id=401428&seq=0&mobile=no, вільний. Мова – англійська.

Іваненко Ірина Миколаївна — канд. хім. наук, доцент, доцент кафедри технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Феденко Юрій Миколайович — канд. техн. наук, старший викладач кафедри технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», email : fedenkouyura@ukr.net

Сторчак Ірина Сергіївна — студентка магістратури, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Ivanenko Iryna M. — Cand. Sc. (Chem), Associate Professor of Department of Inorganic Substances Technology, Water Treatment and General Chemical Technology, National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv

Fedenko Yurii M. — Cand. Sc. (Eng), Senior Lecturer of Department of Inorganic Substances Technology, Water Treatment and General Chemical Technology, National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv

Storchak Iryna S. — Master’s Student, National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv

EFFICIENCY OF CLEANING PAH EMISSIONS TECHNOLOGIES FROM BIOMASS THERMAL POWER PLANTS

¹ Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем»;

² Сумський державний університет

³ Державний університет «Житомирська політехніка»

Анотація

У статті розглядається порівняння ефективності трьох технологій очищення викидів теплоелектростанцій від поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ). Застосовані технології включають електрофільтрацію, каталітичне окислення та плазмову очистку. Проведено аналіз ефективності кожної технології, а також їх впливу на зниження викидів ПАВ. Визначено ключові переваги та недоліки кожного методу, що дозволяє надати рекомендації щодо використання найбільш підходящих технологій у залежності від умов експлуатації ТЕС.

Ключові слова: ПАВ, очищення викидів, теплоелектростанції, електрофільтрація, каталітичне окислення, плазмова очистка

Abstract

This article compares the effectiveness of three technologies for cleaning emissions from thermal power plants of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). The technologies assessed include electrostatic filtration, catalytic oxidation, and plasma cleaning. An analysis of the efficiency of each technology and its impact on reducing PAH emissions is conducted. Key advantages and disadvantages of each method are identified, providing recommendations for the use of the most suitable technologies depending on TPP operational conditions.

Keywords: PAH, pollution, thermal power plants, electrostatic filtration, catalytic oxidation, plasma cleaning

Introduction

Thermal Power Plants (TPPs) are significant contributors to environmental pollution, with emissions containing hazardous pollutants, including Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs). PAHs are known for their carcinogenic and mutagenic properties, making the reduction of these emissions critical for environmental health and air quality. To mitigate these impacts, various technologies have been developed to clean emissions from TPPs, each with its distinct mechanism and efficiency in removing PAHs. This study aims to compare the effectiveness of three prominent technologies - electrostatic filtration, catalytic oxidation, and plasma cleaning - in terms of their ability to reduce PAH concentrations in TPP emissions.

Results of the study

The comparative analysis focuses on three emission control technologies:

1. Electrostatic filtration (EF) is widely used for removing particulate matter from industrial emissions. It functions by creating an electrostatic field in which particles, including PAHs attached to dust, are electrically charged [1]. These charged particles are then attracted to oppositely charged collection plates, where they are removed from the gas stream (refer to Fig.1).

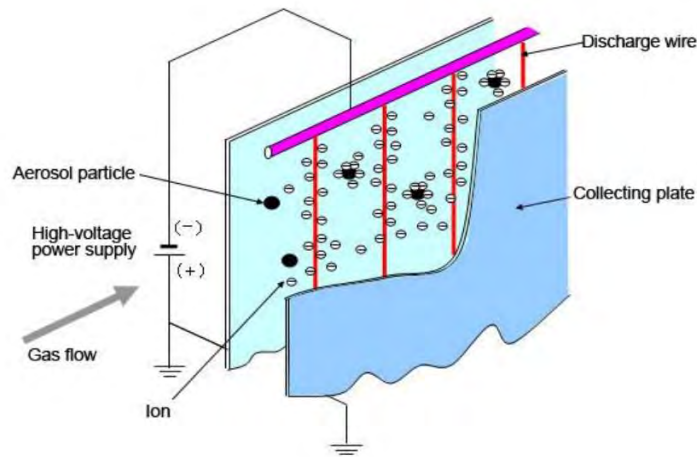


Fig. 1. Principle of electrostatic [2]

Key characteristics:

- works on the principle of electrostatic attraction.
- highly effective at removing solid particulate matter (PM) but less efficient for gaseous pollutants such as PAHs. Efficiency for PAH removal ranges from 40-60%.
- low operational and maintenance costs, highly effective in capturing fine particles.
- limited removal efficiency for gaseous PAHs, additional systems may be needed for complete PAH removal.

2. Catalytic oxidation (CO) [3] is one of the most effective methods for treating organic pollutants in gas streams. In this process, the exhaust gases pass through a catalytic converter, where PAHs and other hydrocarbons are oxidized into carbon dioxide, water and/or other safety materials (refer to Fig.2).

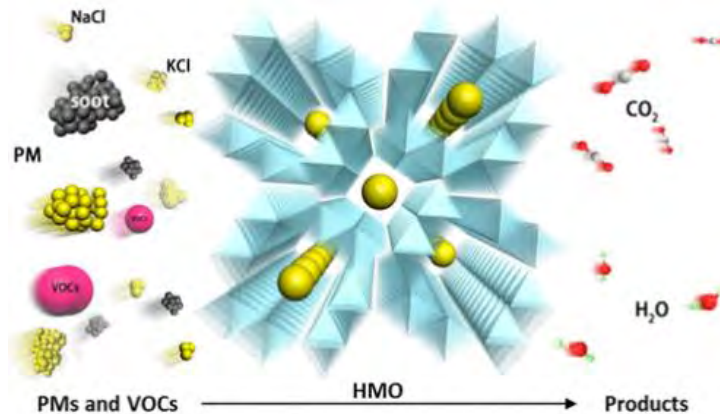


Fig. 2. Catalytic oxidation using hollandite manganese oxide catalyst as an example [4]

Key characteristics:

- involves the use of a catalyst (typically a metal or metal oxide) to accelerate the oxidation of PAHs at lower temperatures than conventional combustion.
- high PAH removal efficiency, typically exceeding 90%.
- very efficient in breaking down PAHs, also reduces other hydrocarbons and CO emissions.
- high operational and installation costs, requires periodic catalyst replacement due to fouling and degradation.

3. Plasma cleaning (PC) [5] employs a high-energy electrical field to ionize gas molecules, creating reactive species such as free radicals that can break down PAHs into less harmful compounds. This advanced technology has the ability to treat a wide range of organic pollutants (refer to Fig.3).

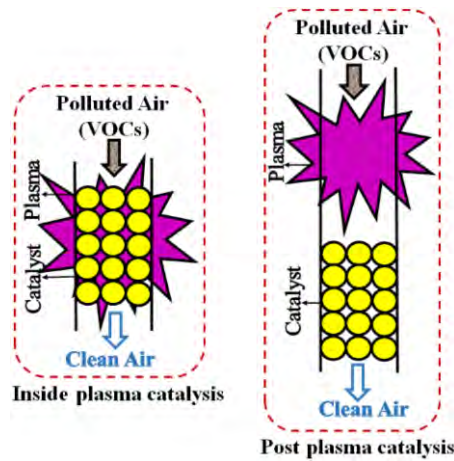


Fig. 3. Types of plasma-catalysis process [6]

Key characteristics:

- uses a non-thermal plasma, generating highly reactive species to destroy PAHs in the gas phase.
- moderate-to-high PAH removal efficiency, ranging between 70-85%, depending on the operating conditions.
- capable of treating both particulates and gaseous pollutants, fast reaction rates, applicable to multiple pollutants.
- high energy consumption, complex operation, and expensive maintenance due to the need for precise control of the plasma state.

Table 1 summarized the comparison between the three technologies based on several key parameters:

Tab. 1. Comparison of technologies for reducing emissions from biomass TPPs

Parameter	Electrostatic Filtration (EF)	Catalytic Oxidation (CO)	Plasma Cleaning (PC)
PAH Removal Efficiency	40-60%	>90%	70-85%
Operational Costs	Low	High	Moderate
Maintenance	Low	High (catalyst replacement)	Moderate to High
Energy Consumption	Low	Moderate	High
Additional Pollutant Removal	Effective for particulates	Effective for CO and HC	Effective for multiple pollutants
Complexity of Operation	Simple	Moderate	High
Applicability	Suitable for large-scale PM removal	Suitable for advanced PAH treatment	Applicable for wide range of pollutants
Scalability	High	Moderate	Moderate

The comparison highlights that while each technology has its strengths, the choice of technology depends largely on the specific needs and constraints of the power plant in question. EF is most suitable for power plants with high particulate matter emissions and low financial resources for advanced treatment. However, additional treatment systems would be required to remove gaseous PAHs effectively. CO stands out as the most effective technology for the reduction of PAH emissions, but it comes with significant cost implications. It is highly suitable for plants in regions with stringent environmental regulations where PAH removal is a priority, and the cost of catalyst replacement can be justified. PC technology represents a balance between efficiency and versatility. It can treat a broader range of pollutants but requires substantial energy and precise operation, making it suitable for facilities that need a flexible and comprehensive solution for emission control but can afford the higher operational complexity.

Conclusion

Catalytic oxidation offers the highest efficiency for PAH removal, making it the top choice for meeting stringent emission reduction standards. However, its high costs may restrict its use in smaller power plants. Electrostatic filtration, while more affordable, has limited effectiveness in PAH removal and is best utilized in combination with other technologies. Plasma cleaning, with its capability to handle multiple pollutants,

presents a versatile and promising option, particularly for facilities requiring a broader solution, though its high energy demands remain a drawback.

Future research should explore hybrid systems that combine these technologies to maximize overall efficiency while minimizing costs and energy consumption. Additionally, further studies on the long-term environmental impact and practical challenges in real-world operations are crucial for optimizing emission control in TPPs.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ruttanachot C., Tirawanichakul Y., Tekasakul P. Application of Electrostatic Precipitator in Collection of Smoke Aerosol Particles from Wood Combustion. *Aerosol and Air Quality Research*. 2011. Vol. 11, no. 1. P. 90–98.
2. Adabara I., Shuaibu A.H., Shuaibu A. Design and Implementation of an Electrostatic Precipitator and Its Cleaning System for Small Scale Combustion. *Indo-Iranian Journal of Scientific Research*. 2017. Vol. 1. P. 213–224.
3. Klauser F., Schmidl C., Reichert G., Carlon E., Kistler M., Schwabl M., Kasper-Giebl A. Effect of Oxidizing Honeycomb Catalysts Integrated in a Firewood Room Heater on Gaseous and Particulate Emissions, Including Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs). *Energy & Fuels*. 2018. Vol. 32, no. 11. P. 11876–11886.
4. Chen Y., Tian G., Zhou M., Huang Z., Lu C., Hu P., Tang X. Catalytic Control of Typical Particulate Matters and Volatile Organic Compounds Emissions from Simulated Biomass Burning. *Environmental Science & Technology*. 2016. Vol. 50, no. 11. P. 5825–5831.
5. Du C., Yan J. *Plasma Remediation Technology for Environmental Protection*. Springer Singapore. 2017.
6. Sultana S., et al. Abatement of VOCs with Alternate Adsorption and Plasma-Assisted Regeneration: A Review. *Catalysts*. 2015. Vol. 5, no. 2. P. 718–746.

Оськіна Марина Володимирівна - аспірантка, Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем», Харків, e-mail: m.oskina2023@gmail.com

Гончаренко Ігор Олександрович - канд. техн. наук, докторант кафедри екології та природозахисних технологій, Сумський державний університет, Суми

Луцьова Оксана Володимирівна - докт.техн.наук, професор, професор кафедри екології та природоохоронних технологій, Державний університет "Житомирська політехніка", Житомир

Oskina Maryna Volodymyrivna - PhD student, Research Institute "Ukrainian Research Institute of Environmental Problems", Kharkiv, e-mail: m.oskina2023@gmail.com

Honcharenko Ihor Oleksandrovysh - PhD, doctoral student of the Department of Ecology and Environmental Protection Technologies, Sumy State University, Sumy

Lunova Oksana Volodymyrivna - Dr. of technical science, Professor, Professor of ecology and environment technologies department Zhytomyr Polytechnic State University, Zhytomyr

ANALYSIS OF CURRENT SITUATION ON RECOVERY OF USED LITHIUM-ION BATTERIES IN CHINA

Vinnytsia National Technical University

Abstract

The goal of this study is to analyze the recycling of lithium-ion batteries in China and their recovery value. Currently, the problem of environmental protection and recycling of waste lithium-ion batteries is facing. The resource recovery improves the circulation of material and energy. Based on a summary of the recycling and disposal technology of waste lithium-ion batteries, this paper analyzes the current situation and existing problems of recycling and disposal of waste lithium-ion batteries in China from the aspects of battery source materials, production processes, and recycling and disposal technology.

Keywords: lithium-ion battery, recovery value, recycling, waste battery, resources.

Introduction

The commonly known lithium battery is a lithium ion battery, which is recognized as one of the ideal chemical energy products in the world today due to its small size, large capacity, and high voltage. However, during the disassembly process of waste lithium batteries, heavy metals such as copper, nickel, and electrolyte will be generated. These substances entering the environment will cause serious pollution to the ecological environment. Lithium ion batteries are usually composed of heavy metals, organic compounds, and plastic components, with a proportion of approximately 5% to 20% cobalt, 5% to 10% nickel, 5% to 7% lithium, 15% organic compounds, and 7% plastic. There are slight fluctuations due to different manufacturers, and they have high recycling value [1]. If environmental protection technology is incorporated into the recycling and treatment industry of used lithium batteries, multiple metal components can be recovered and waste can be turned to resource. Every year, the world will produce about 200-500 MT of waste lithium-ion batteries [2], if these waste batteries are not effectively treated, it will cause serious pollution to the environment. As the main cathode material of lithium-ion batteries, lithium cobaltate has been widely used. However, cobalt is a kind of heavy metal salt, which can cause gastrointestinal dysfunction, deafness, myocardial ischemia and other symptoms. Combustion or decomposition of lithium cobalt oxide by heat produces toxic lithium cobalt oxide, which will cause heavy metal pollution and lead to an increase in the pH value of the environment [3]. In addition, if the separator in the used battery is discharged arbitrarily after not being effectively treated, it will bring a large amount of solid waste pollution and serious air pollution to the environment [4].

Results

On the one hand, it is widely believed in society that lithium batteries are environmentally friendly products, but in fact, the impact of waste lithium batteries on the environment is relative to other batteries. "Requirements for the Recycling and Treatment of Lithium Ion Batteries for Communications" was a national China standard issued in 2008, but the implementation effect is poor, and there is still a certain gap between the treatment technology or concept of waste batteries in developed countries in the world. For example, the European Union has already passed a mandatory recycling order for waste batteries as early as 2006, and the cost of recycling is clearly borne by the manufacturer.

On the other hand, due to the relatively strong professional nature of lithium battery recycling, the uneven cognitive level of people involved in this industry, and the lack of social science popularization, the government has not deeply recognized the pollution hazards and recycling value of waste lithium batteries. Therefore, the government should vigorously promote science popularization of this knowledge.

From this perspective, the government's participation in raising the environmental awareness of the general public on waste lithium batteries has a significant role in promoting the recycling of this industry, such as the introduction of relevant support policies, industry requirements, implementation standards, science popularization, and so on, to support the development of the battery recycling industry from the economic, policy, and other aspects [5].

Technical backwardness

The Pearl River Delta and Yangtze River Delta regions of China are the economic windows to the outside world, and are the most developed areas in the electronics industry. The recycling of waste lithium ion batteries is also mainly concentrated here. However, the technology is relatively backward, the degree of automation is extremely low, and the main reliance on manual classification and disassembly is not only prone to environmental pollution, but also low production efficiency. The waste products are mostly used batteries or electrode chips from battery manufacturers. The recycled materials are mainly valuable metals such as nickel, aluminum, cobalt, and copper. Effective recovery mechanisms, channels, and levels need to be improved and improved.

Conclusion

With the rapid development of the electronic product market, lithium-ion batteries have been widely used in commerce, with a high market share. At present, China has put forward higher requirements for environmental protection, and new energy has also been promoted. In the future, the market demand for lithium-ion batteries will only increase without decreasing, and the demand is enormous. The disposal of a large number of waste lithium-ion batteries will attract high attention from society and the government. Therefore, while strengthening government regulation, optimizing battery production processes and improving production technology, it is an inevitable trend to form a large-scale, professional, and entrepreneurial waste lithium ion battery recycling and disposal industry.

REFERENCES

1. Allen Wu, Wei Tongyu. Recycling and harmlessness of waste batteries. *Urban Environment and Urban Ecology*, 2001,5; 37
2. Sun Liang, Qiu Keqiang. Vacuum pyrolysis and hydrometallurgical process for the recovery of valuable metals from spent lithium-ion batteries. *Journal of Hazardous Materials* 2011 (194) 378-384.
3. Li Hongmei, Jiang Kang. Analysis and countermeasures of waste lithium-ion batteries on environmental pollution. *Shanghai Environment Science*, 2004, 23(5): 201-203.
4. Hu Q. Y. *Material metallurgy Technology and basic research of aluminum foil based LiCoO₂ coated waste electrode sheet*. Changsha: Central South University, 2010.6.
5. Run Junmei, Yang Jinxian, Jia Yongzhong. Development and prospect of lithium batteries. *Salt Lake Research*, 2001, 4: 58-63.

Sun Xiaodong – PhD student, Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: 243660941@qq.com

Ishchenko Vitalii – Ph.D., Head of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: ischenko.v.a@vntu.edu.ua

ПОВТОРНЕ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ КАВИ У ВИРОБНИЦТВІ БЕТОНУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Останнім часом у світі зростає споживання кавових напоїв, що призводить до збільшення обсягів відходів кавової гущі, яка може стати екологічною проблемою. Одним із найефективніших способів зменшити забруднення є переробка цих відходів для виготовлення нових будівельних матеріалів. Ця робота спрямована на дослідження можливості використання відходів кави як дрібного заповнювача у виробництві будівельних матеріалів на основі бетону.

Ключові слова: кавові відходи, кава, бетон, повторне використання, утилізація, рециклінг, екологічні матеріали, вторинна сировина, будівельні матеріали.

Abstract

Recently, the consumption of coffee drinks has been increasing in the world, which leads to an increase in the volume of coffee grounds waste, which can become an environmental problem. One of the most effective ways to reduce pollution is to recycle this waste to make new building materials. This work is aimed at investigating the possibility of using coffee waste as a fine aggregate in the production of concrete-based construction materials.

Keywords: coffee waste, coffee, concrete, reuse, utilization, recycling, ecological materials, secondary raw materials, building materials.

Вступ

Використання відходів промисловості як вторинної сировини в будівництві є актуальним напрямком досліджень для зниження екологічного навантаження. Одними із перспективних матеріалів у контексті рециклінгу є кавові відходи, які здебільшого представлені у вигляді кавового макуху, що може використовуватися у виробництві бетонних матеріалів та сумішей як частковий заміник традиційних компонентів. Щорічно у світі виробляється кілька мільйонів тонн кавової гущі, яка часто викидається на звалища або спалюється. Це створює додаткове екологічне навантаження. З іншого боку, бетон є одним з найбільш використовуваних матеріалів у будівництві, і пошук нових екологічних добавок може зменшити викиди CO₂ та використання природних ресурсів.

Метою роботи є дослідження можливостей повторного використання кавових відходів як часткового заміника цементу або піску в бетонних сумішах, оцінка їх впливу на фізико-механічні властивості бетону та визначення оптимальних пропорцій для використання в будівельних проектах.

Результати дослідження

Хоча кава і не відноситься до продуктів першої необхідності, за даними [1] населення світу споживає щорічно близько 500 млрд чашок кави. Високий попит на даний продукт формує позитивну динаміку зі збільшення світової тенденції виробництва кави щонайменше за останнє десятиріччя. Графік виробництва кави за останні 10 років за даними [2] представлений на рис. 1.

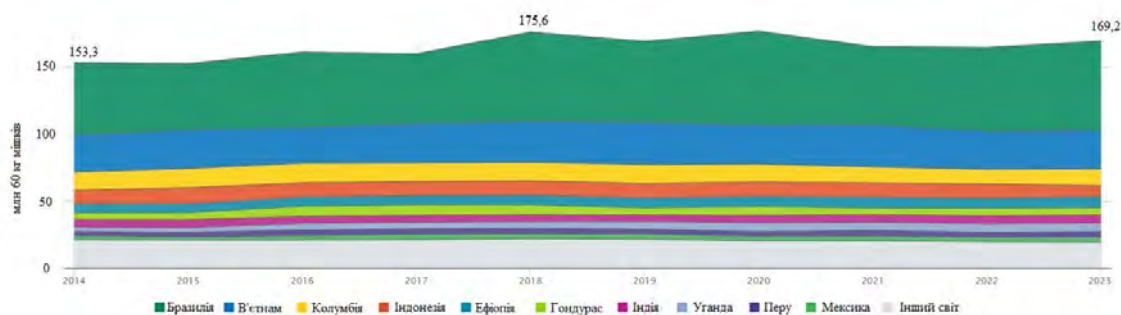


Рисунок 1 — Обсяги виробництва кави з 2014 по 2023 рр.

З графіка видно, що збільшення обсягів виробництва кави зросло від 153,3 млн 60-кг мішків у 2014 р. до 169,2 млн 60-кг мішків у 2023 р., тобто приріст виробництва кави за даний період становить близько 10,37%. Причому деякі зниження виробництва кави відносно загальної зростаючої тенденції, наприклад, у 2019, 2021 та 2022 рр. були по'язані з впливом кліматичних умов цих років.

Україна входить у 30-ку країн за найбільшим споживанням кави у світі [3]. Станом на 2023 р. у м. Києві споживання кави призводило до утворення близько 14 тонн мокрої кавової гущі на добу [4]. Кавова гуща (рис. 2) відноситься до побутових органічних відходів, тому більша її частина утилізується шляхом розміщення на полігонах, де часто відсутні умови для планового швидкого розкладання відходів даного типу.



Рисунок 2 — Зовнішній вигляд кавових відходів

Дослідження [4] демонструють негативний вплив кавових відходів на стан ґрунтів шляхом підвищення їх кислотності, особливо на урбанізованих територіях, що викликає необхідність перегляду підходів до утилізації кавових відходів. Одним із напрямків вирішення даного питання може бути повторне використання відходів кави для виробництва будівельних матеріалів.

Відомі дослідженнями застосування кавових відходів для виробництва будівельних матеріалів таких науковців: Р. Ройчанд, Ш. Кілмартін-Лінч, М. Саберян, Ц. Лі, Г. Чжан, Ч. Цін Лі, Г. Мохамед, Б. Джаміла, А. Доннолі, І. Бондеренко, П. Олів, Б. Гілл, А. Альшаліф, Ю. М. Азріл, Дж. М. Ірван, А. Мутафі, Х. Альшаір, С. Хакім та ін.

Останніми роками кавові відходи отримали зосереджену увагу науковців як додатковий компонент або компонент заміщення при виробництві матеріалів на бетонній основі, оскільки це має екологічні та економічні переваги. Повторне використання кавових відходів дозволяє зменшити обсяг викидів сміття, а також знизити споживання цементу та піску в будівництві, що може зменшити загальну вартість виробництва виробів на основі бетону. Крім того, це сприяє розвитку циркулярної економіки в будівельній галузі.

З метою дослідження можливості додавання кавової гущі в бетон її можна розглядати як:

- наповнювач на заміну частини піску або дрібного щебеню, що може зменшити масу бетону;
- додатковий компонент для покращення властивостей, наприклад, зменшення щільності, покращення теплоізоляційних властивостей матеріалу тощо;
- органічний компонент для утилізації відходів.

Дослідження [5] дозволяє зробити висновок, що відходи кавової гущі можуть ефективно використовуватися в ролі заповнювачів у будівельних матеріалах. Попередні експерименти показали, що введення кавової гущі в бетонні суміші може покращити теплоізоляційні властивості бетону, а також частково зменшити щільність матеріалу. При цьому важливо дотримуватися певних пропорцій, щоб не погіршувати інші властивості композитного матеріалу. Станом на зараз проводиться ряд досліджень щодо впливу різних концентрацій кавових відходів у загальній суміші.

Відоме дослідження використання кавової гущі як часткового замітника цементу у складі композитного будівельного матеріалу на основі бетону, а саме біопінобетонної цегли (B-FCB). За результатами досліджень [6] найкращі результати отримують при заміні 10% від загального вмісту цементу кавовими відходами. Внаслідок цього відходи кави ефективно зменшили глибину

карбонізації в біопінобетонній цеглі, шляхом перешкоджанню проникнення вуглекислого газу (CO₂) в бетон.

Аналізуючи вплив використання добавок з кавових відходів у виробництві бетону, варто відзначити важливі характеристики, які дають можливість оцінити якість нового будівельного матеріалу. До них відносяться міцність на стиск, водопоглинання, теплоізоляція, щільність та довговічність.

Дослідження показують, що відпрацьована кавова гуща вимиває органічні сполуки, які погіршують перебіг реакції гідратації та знижують показник міцності бетону на стиск. Наприклад, у роботі [7] описано, що при заміні 15 об.% піску на піролізовану кавову гущу при 350 °C забезпечує підвищення міцності бетону на орієнтовно на 30%. Результати випробувань зразків за показником міцності на стиск за даними [7] наведені на рис. 3.

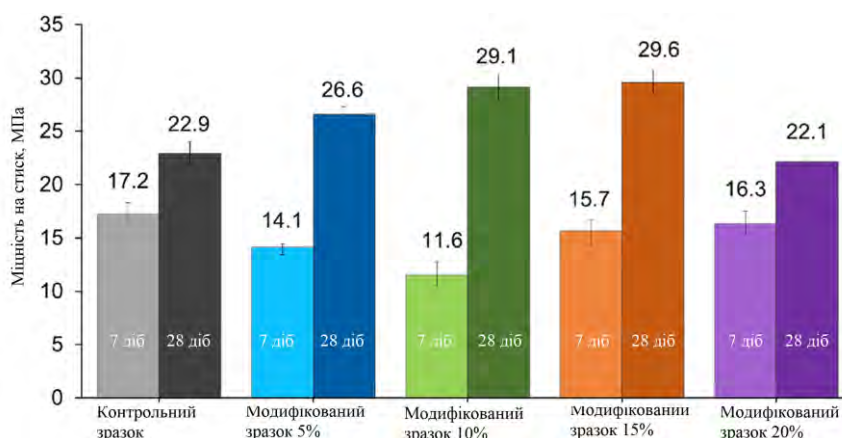


Рисунок 3 — Результати випробувань міцності на стиск зразків бетону з різним вмістом кавових відходів

Дані випробувань демонструють можливий позитивний вплив кавових добавок на міцнісні характеристики бетону, особливо при 10% та 15% заміні об'єму піску кавовими відходами.

Перспективи подальших досліджень. Наступним етапом є вивчення впливу кавових відходів на довговічність бетонних конструкцій, а також розробка методики масового впровадження цієї технології у будівельну практику. Оптимізація рецептури бетону — додавання кавової гущі у певних пропорціях, щоб досягти прийняттого балансу між міцністю та екологічністю.

Висновки

Дослідження підтверджують можливість ефективного використання кавових відходів як вторинної сировини у виробництві бетону. Подальші дослідження мають бути спрямовані на вдосконалення технології виробництва, оптимізації складу будівельних сумішей та перевірку довготривалої стійкості таких матеріалів у реальних умовах експлуатації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Россоха В. В., Потенціал ринку кави в Україні та світі. Економіка та суспільство. 2024. Вип. 65. С. 129-140. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-65-44>
2. Coffee Production. USDA Foreign Agricultural Service. URL: <https://fas.usda.gov/data/production/commodity/0711100> (Last accessed: 18.09.2024).
3. Coffee market report. International Coffee Organization. Coffee report and outlook. December, 2023. 43 p. URL: https://icocoffee.org/documents/cy2023-24/Coffee_Report_and_Outlook_December_2023_ICO.pdf (Last accessed: 18.09.2024).
4. Кочетов М. С., Тихомирова Т. С. Дослідження впливу відходів споживання кави на рівень рН ґрунтів. Проблеми надзвичайних ситуацій: Збірник матеріалів міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 16 травня 2024 р., Харків, 2024. С. 306-307. URL: <http://pb.nuczu.edu.ua/images/ppnp/naukovadijalnist/PES-2024.pdf#page=308> (Last accessed: 19.09.2024).
5. Saberian M., Li J., Donnoli A., Bonderenko E., Oliva P., Gill B., Lockrey S., Siddique R. Recycling of spent coffee grounds in construction materials: A review. Journal of Cleaner Production. 2021. Vol. 289.

125837. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.12583>

6. Ishalif A. F., Azril Y. M., Irwan J. M., Mutafi A., Alshaeer H. A. Y., Hakim S. J. S. The use of coffee waste in bio-foamed concrete brick (B-FCB) to reduce the penetration of carbon dioxide (CO₂) into concrete. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. Vol. 1347. 012080. 09.10.2023 – 10.10.2023. Kuala Lumpur, Malaysia. 9 p. URL: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1347/1/012080>

7. Roychand R., Kilmartin-Lynch S., Saberian M., Li J., Zhang G., Qing Li C. Transforming spent coffee grounds into a valuable resource for the enhancement of concrete strength. Journal of Cleaner Production. 2023. Vol. 419. 138205. 15 p. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138205>

Горюн Олег Олегович — асистент кафедри Інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: oleggoriun@vntu.edu.ua, URL: ORCID 0000-0001-5678-835X

Oleh Horiun — assistant of the Department of Engineering Systems in Construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: oleggoriun@vntu.edu.ua, , ORCID 0000-0001-5678-835X

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ ПРЯМОГО МІЖВИДОВОГО ПЕРЕНЕСЕННЯ ЕЛЕКТРОНІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ДЕГРАДАЦІЇ ОРГАНІЧНИХ ЗАБРУДНЮВАЧІВ ПІД ЧАС АНАЕРОБНОГО ЗБРОДЖУВАННЯ

Сумський державний університет, м. Суми, Україна

Анотація

У роботі розглянуто вплив технології прямого міжвидового перенесення електронів (DIET) на ефективність деградації органічних забруднювачів під час анаеробного збродження. Технологія DIET забезпечує безпосередню передачу електронів між різними видами мікроорганізмів, що бере участь у процесі збродження, і сприяє підвищенню швидкості та ефективності біологічної деградації органічних речовин. Дослідження показують, що використання прямого міжвидового перенесення електронів може призвести до значного зниження часу, необхідного для переробки органічних відходів, а також до зменшення утворення токсичних побічних продуктів. Виявлено, що впровадження прямого міжвидового перенесення електронів у процеси анаеробного збродження має потенціал для підвищення екологічної безпеки та ефективності управління відходами.

Ключові слова: технологія прямого міжвидового перенесення електронів, анаеробне збродження, органічні забруднювачі, дигестат.

Abstract

The paper considers the impact of Direct Interspecies Electron Transfer technology on the efficiency of organic pollutant degradation during anaerobic digestion. Direct Interspecies Electron Transfer technology provides direct transfer of electrons between different types of microorganisms involved in the fermentation process and contributes to an increase in the speed and efficiency of biological degradation of organic substances. Studies show that the use of Direct Interspecies Electron Transfer can lead to a significant reduction in the time required to process organic waste, as well as to a reduction in the formation of toxic by-products. It has been found that the introduction of Direct Interspecies Electron Transfer into anaerobic digestion processes has the potential to improve environmental safety and waste management efficiency.

Keywords: Direct Interspecies Electron Transfer technology, anaerobic digestion, organic pollutants, digestate.

Проблема забруднення довкілля органічними речовинами є однією з найгостріших у сучасному світі. Анаеробне збродження є ефективним методом утилізації органічних відходів та виробництва біогазу. Однак, наявність у відходах різноманітних органічних забруднювачів може негативно впливати на ефективність цього процесу. У зв'язку з цим все більше уваги та значущості набувають відновлювані джерела енергії, використання яких відповідає принципам раціонального природокористування та захисту навколишнього середовища.

В основному застосування добрив варто підтримувати для замикання кругообігу поживних речовин і вуглецю, а також для зниження використання неорганічних добрив, які часто вимагають транспортування на значні відстані. Виробництво неорганічних добрив потребує значної кількості енергії, яка здебільшого генерується з викопного палива, що призводить до значних викидів парникових газів. Дефіцит фосфору, який є обмеженим ресурсом, може невдовзі відчутися на нашому суспільстві, а рівень урану та кадмію в неорганічних фосфорних добривах вже наближається до критичного. У світлі зростання цін на неорганічні добрива, виробництво органічних альтернатив стає актуальним та потенційно вигідним [1]. Використання дигестату як добрива приносить користь не тільки довкіллю, але й має економічні переваги. Наприклад, це допомагає уникнути високих витрат на утилізацію відходів, які можуть виникнути під час обробки рідкого дигестату на очисних станціях.

Якість вироблених добрив завжди залежить від якості сировини, що використовується. Тому при проектуванні установки необхідно ретельно обирати вихідну сировину, щоб забезпечити виробництво високоякісних добрив, які можуть приносити додатковий дохід завдяки вмісту поживних речовин та гумусу.

Анаеробне зброджування є одним з найбільш ефективних біологічних методів утилізації органічних відходів, що сприяє зниженню їх шкідливого впливу на навколишнє середовище та одночасно дозволяє отримувати енергію у вигляді біогазу [2]. Проте, незважаючи на значні переваги цього процесу, ефективність деградації органічних забруднювачів може бути обмеженою через низку факторів, серед яких одним із ключових є повільний обмін електронами між різними видами мікроорганізмів. У цьому випадку технологія прямого міжвидового перенесення електронів відкриває нові можливості для підвищення ефективності анаеробного зброджування.

Основний принцип цієї технології полягає в тому, що носії електронів створюють додаткові шляхи передачі електронів від органічних сполук до мікроорганізмів. Це призводить до прискорення процесів біодеградації та зменшення концентрації забруднювачів у дигестаті. Механізм міжвидового перенесення електронів включає кілька ключових процесів: (а) етапи анаеробного дихання; (б) прямого міжвидового перенесення електронів, який підтримується H_2 або форміатом; (в) пряме міжвидове перенесення електронів, опосередковане електропровідними пілі або цитохромами; (г) використання провідних матеріалів з великими частинками для компенсації відсутності прямого міжвидового перенесення електронів, де домінують електропровідні пілі; (г) використання провідних матеріалів з дрібними частинками для компенсації дефіциту прямого міжвидового перенесення електронів, де головну роль відіграють цитохроми [3].

Технологія прямого міжвидового перенесення електронів значно підвищує ефективність анаеробного зброджування, сприяючи прискоренню процесів деградації складних органічних сполук, що, у свою чергу, скорочує загальний час зброджування. Вона також дозволяє мікроорганізмам розкладати більш широкий спектр органічних речовин, включаючи ті, які зазвичай важко піддаються біодеградації. Завдяки більш повному розкладанню органіки, спостерігається збільшення об'єму виробленого біогазу, що підвищує енергетичну ефективність процесу. Крім того, застосування прямого міжвидового перенесення електронів сприяє зниженню концентрації шкідливих речовин у дигестаті, роблячи його більш безпечним для використання, наприклад, як добриво [4].

Також застосування додаткових технологій у процесі анаеробного зброджування органічних субстратів у біореакторах довело свою перспективність для інтенсифікації деградації забруднювачів. Основний принцип цього підходу полягає у введенні різних електропровідних матеріалів, які сприяють посиленню прямого перенесення електронів. Найбільш ефективними в цьому процесі є електропровідні матеріали на основі вуглецю (біовугілля, активоване вугілля, оксид графену) та заліза (магнетит, оксид заліза-цеоліт). Ці матеріали також здатні стимулювати активність ферментів та впливати на мікробіологічні процеси під час анаеробного зброджування, підвищуючи ефективність видалення складних органічних сполук [5].

Отже, технологія прямого міжвидового перенесення електронів відкриває нові перспективи для ефективного вирішення проблеми забруднення довкілля органічними речовинами. Застосування цієї технології забезпечує більш ефективне та швидке розкладання складних органічних сполук, покращуючи виробництво біогазу та зменшуючи енергетичні втрати. Завдяки технології прямого міжвидового перенесення електронів можна досягти стабільніших мікробних взаємодій і підвищити продуктивність процесу, що робить його перспективним для використання в системах очищення стічних вод і переробки відходів. Однак, для широкого впровадження цієї технології необхідні подальші глибокі дослідження та розробки, зокрема щодо можливості застосування біочару з дигестату як провідного матеріалу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Тат'яненко В. Використання дигестату в якості органічного добрива. *Міжнародна конференція ТДАТ. 2024*. URL: http://www.tsatu.edu.ua/tsst/wp-content/uploads/sites/6/tatjanenko_24.pdf
2. Скляр Р.В. Напрями застосування дигестату, що утворюється в процесі анаеробного зброджування. *Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві: IX Міжнародна науково-*

технічна конференція, смт Глеваха Київської області – м. Київ, Україна, 5-24 жовтня 2020 року: матеріали конференції. Глеваха-Київ. 2020. С. 145-147. URL: <http://animal-conf.inf.ua/tezy.conf.9.pdf>

3. Valentin, M.T., Luo, G., Zhang, S. et al. Direct interspecies electron transfer mechanisms of a biochar-amended anaerobic digestion: a review. *Biotechnol Biofuels* 16, 146 (2023). <https://doi.org/10.1186/s13068-023-02391-3>.

4. Wang, Z., Hu, Y., Wang, S., Wu, G., & Zhan, X. (2023). A critical review on dry anaerobic digestion of organic waste: Characteristics, operational conditions, and improvement strategies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 176, 113208. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113208>.

5. Lu, X., Wang, H., Ma, F., Zhao, G., & Wang, S. (2018). Improved process performance of the acidification phase in a two-stage anaerobic digestion of complex organic waste: Effects of an iron oxide-zeolite additive. *Bioresource Technology*, 262, 169–176. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.04.052>

Парамонов Андрій Васильович – аспірант групи А-25/ТС, факультет технічних систем та енергоефективних технологій, Сумський державний університет, м. Суми, e-mail: a.paramonov@ecolog.sumdu.edu.ua

Аблєєва Ірина Юрїївна – доцент, заступник завідувача кафедри екології та природозахисних технологій з наукової та міжнародної діяльності, Сумський державний університет, м. Суми.

Науковий керівник: **Аблєєва Ірина Юрїївна** – доцент, заступник завідувача кафедри екології та природозахисних технологій з наукової та міжнародної діяльності, Сумський державний університет, м. Суми.

Paramonov Andrii V. – Postgraduate Student, Sumy State University, Sumy, e-mail: a.paramonov@ecolog.sumdu.edu.ua

Ablieieva Iryna Y. – Associate Professor, deputy Head of the Department of Ecology and Environmental Protection Technologies for Scientific and International Activities, Sumy State University, Sumy.

Supervisor: **Ablieieva Iryna Y.** – Associate Professor, deputy Head of the Department of Ecology and Environmental Protection Technologies for Scientific and International Activities, Sumy State University, Sumy.

НОРМАТИВНО-ПРАВОВА БАЗА ПОВОДЖЕННЯ З ЕЛЕКТРОННИМИ ВІДХОДАМИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано нормативно-правову базу поводження з електронними відходами, які становлять серйозну екологічну загрозу через швидке зростання їх кількості та наявність токсичних речовин. Розглянуто основні міжнародні акти, зокрема Базельську конвенцію та директиву ЄС WEEE, що встановлюють правила для регулювання транскордонного переміщення та утилізації електронних відходів. Також проведено аналіз національного законодавства України, включно із законом "Про управління відходами" та Національною стратегією управління відходами. Обговорюються проблеми реалізації законодавства та пропонуються рекомендації щодо його вдосконалення: розширення відповідальності виробників, розвиток інфраструктури для переробки та підвищення екологічної свідомості населення.

Ключові слова: електронні відходи, нормативно-правова база, поводження з відходами, переробка відходів, утилізація.

Abstract

The regulatory framework for handling electronic waste, which poses a significant environmental threat due to the rapid growth in its quantity and the presence of toxic substances, has been analyzed. Key international acts, including the Basel Convention and the EU WEEE Directive, which establish rules for regulating the transboundary movement and disposal of electronic waste, are reviewed. An analysis of Ukraine's national legislation, including the "Law on Waste" and the National Waste Management Strategy, is also presented. The challenges in implementing legislation are discussed, and recommendations for improvement are provided, including extending producer responsibility, developing recycling infrastructure, and raising public environmental awareness.

Keywords: electronic waste, regulatory framework, waste management, waste processing, recycling.

Вступ

Електронні відходи (е-відходи) стають однією з найзначніших екологічних проблем сучасного світу. Швидкий розвиток технологій та масове використання електронних пристроїв спричиняють зростання обсягу електронних відходів, які є небезпечними для навколишнього середовища. Токсичні компоненти, такі як свинець, ртуть та кадмій, можуть забруднювати ґрунт, воду та повітря, завдаючи шкоди екосистемам і здоров'ю людей [9]. Щоб ефективно регулювати цей процес, необхідно створювати та впроваджувати ефективну нормативно-правову базу. Розглянемо основні міжнародні та національні правові акти, що регулюють поводження з електронними відходами, а також практику їх реалізації.

Результати дослідження

Міжнародна нормативно-правова база.

Базельська конвенція. Одним із ключових міжнародних документів у сфері регулювання відходів, включаючи електронні, є Базельська конвенція "Про контроль за транскордонним перевезенням небезпечних відходів та їх утилізацією" (1989 р.) [1]. Цей документ забороняє незаконне переміщення небезпечних відходів з однієї країни до іншої без згоди приймаючої країни. Електронні відходи, що містять небезпечні речовини, підпадають під юрисдикцію цієї конвенції. Вона встановлює механізми моніторингу транскордонного переміщення е-відходів, надаючи країнам-членам інструменти для регулювання процесів поводження з такими відходами.

Директива Європейського Союзу WEEE. Європейський Союз займає провідну роль у розробці законодавства щодо електронних відходів. Основним документом є Директива WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment), яка набрала чинності в 2003 році [2]. Вона регулює процеси збирання, переробки та утилізації електронного обладнання. Директива зобов'язує виробників брати

відповідальність за весь життєвий цикл продукту, включаючи його утилізацію. Це стимулює розробку екологічно безпечних продуктів, зменшення кількості відходів та покращення умов їх переробки.

Стандарти ISO. Міжнародна організація зі стандартизації (ISO) також розробляє стандарти, що стосуються управління електронними відходами. Стандарт ISO 14001 зосереджений на системах екологічного менеджменту та їх впровадженні для зменшення впливу е-відходів на навколишнє середовище [5]. Ці стандарти допомагають організаціям у всьому світі забезпечувати належне поводження з електронними відходами, включаючи їх збір, зберігання та утилізацію.

Національна нормативно-правова база.

Законодавство України щодо поводження з відходами. Законодавство України передбачає окремі положення щодо поводження з електронними відходами. Зокрема, закон "Про управління відходами" регулює правові відносини у сфері збирання, переробки та утилізації відходів, у тому числі електронних [3]. Закон встановлює вимоги до підприємств щодо управління небезпечними відходами, а також зобов'язує виробників електронної техніки брати участь у процесі переробки. Проте, через недосконалість законодавства та відсутність належного контролю, питання утилізації е-відходів у країні залишається актуальним [8].

Національна стратегія управління відходами. Україна розробила та прийняла Національну стратегію управління відходами до 2030 року, яка охоплює питання електронних відходів [4]. Стратегія передбачає створення системи управління е-відходами на національному рівні, а також стимулювання залучення приватного сектору до процесів переробки та утилізації. Важливим компонентом стратегії є розширення відповідальності виробників, що зобов'язує їх забезпечувати утилізацію своїх продуктів після завершення їхнього терміну служби.

Проблеми реалізації національних законодавчих актів. Незважаючи на існування законодавчих актів, проблема електронних відходів в Україні все ще залишається актуальною. Недостатня кількість переробних заводів, відсутність ефективної інфраструктури збору відходів, низький рівень обізнаності населення про проблему е-відходів є основними перешкодами на шляху до вирішення цієї проблеми [7]. Крім того, наявні правові механізми недостатньо ефективні для забезпечення контролю за утилізацією електронних відходів.

Рекомендації щодо покращення правового регулювання

Для покращення ситуації з електронними відходами як на міжнародному, так і на національному рівнях, необхідно впровадити такі заходи.

Розширення відповідальності виробників (EPR): виробники повинні нести відповідальність за утилізацію своєї продукції після її використання [6]. Це може стимулювати створення більш екологічних технологій.

Створення національних програм утилізації: розробка ефективних програм, що стимулюють переробку та повторне використання компонентів електронних пристроїв, допоможе зменшити кількість е-відходів.

Підвищення рівня обізнаності громадян: інформаційні кампанії мають сприяти підвищенню екологічної свідомості та стимулювати населення здавати відходи до спеціальних пунктів збору [9].

Покращення інфраструктури переробки: будівництво сучасних заводів для переробки електронних відходів надасть можливість зменшити їх негативний вплив на довкілля [10].

Висновки

Електронні відходи є глобальною проблемою, яка вимагає комплексного підходу до вирішення. Міжнародні та національні нормативно-правові акти надають основу для управління електронними відходами, але їх імплементація залишається недостатньо ефективною. Впровадження сучасних правових механізмів, розвиток інфраструктури для переробки, а також підвищення рівня екологічної свідомості населення мають стати пріоритетними завданнями для зменшення обсягу електронних відходів та їх впливу на навколишнє середовище.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Базельська конвенція про контроль за транскордонним перевезенням небезпечних відходів та їх утилізацією. Прийнята 22 березня 1989 року.
2. Директива Європейського парламенту та Ради 2002/96/ЄС щодо відходів електричного та електронного обладнання (WEEE). Прийнята 27 січня 2003 року.
3. Закон України "Про управління відходами" від 20 червня 2022 року № 2320-IX.

4. Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року. Затверджена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 8 листопада 2017 року № 820-р.
5. ISO 14001:2015. Environmental management systems – Requirements with guidance for use. Міжнародна організація зі стандартизації, 2015.
6. Ciocoiu, N., & Tartiu, V. (2012). Managing e-Waste in EU: Romania Case Study. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 13(2), 646-653.
7. Widmer, R., Oswald-Krapf, H., Sinha-Khetriwal, D., Schnellmann, M., & Böni, H. (2005). Global perspectives on e-waste. *Environmental Impact Assessment Review*, 25(5), 436-458.
8. Бугаєнко, А. М. Управління електронними відходами в контексті сталого розвитку. *Екологічний вісник України*, 2020, № 2, с. 45-49.
9. Програма ООН з охорони навколишнього середовища (UNEP). Глобальний звіт з електронних відходів. Женева: ООН, 2020.
10. Awasthi, A. K., & Li, J. (2017). Management of electrical and electronic waste: A comparative evaluation of China and India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76, 434-447.

Гречанюк Євгеній Володимирович – аспірант кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: 00-23-122.stud@vntu.vn.ua

Іщенко Віталій Анатолійович – канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ischenko.v.a@vntu.edu.ua

Grechanyuk Evgeniy V. — Postgraduate student of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: 00-23-122.stud@vntu.vn.ua

Ishchenko Vitalii A. — Ph.D., As.Prof., Head of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ischenko.v.a@vntu.edu.ua

О.А. Машков¹
В.Л. Печений¹
В.І.Присяжний²
Т.С. Оводенко¹
К.Є. Мухіна³

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ АЕРОКОСМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

¹ Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління;

² Національний центр управління та випробувань космічних засобів

³ Національний університет «Київський політехнічний інститут»

Анотація

Розглянуто особливості використання аерокосмічних технологій та дистанційного зондування Землі для здійснення екологічного моніторингу довкілля та природних ресурсів з використанням систем штучного інтелекту та нейронних мереж.

Ключові слова: аерокосмічні технології, дистанційне зондування Землі, екологічний моніторинг, навколишнє середовище, системи штучного інтелекту, нейронні мережі, системи штучного інтелекту.

Abstract

The peculiarities of the use of aerospace technologies and remote sensing of the Earth for ecological monitoring of the environment and natural resources using artificial intelligence systems and neural networks are considered.

Keywords: aerospace technologies, remote sensing of the Earth, environmental monitoring, environment, artificial intelligence systems, neural networks, artificial intelligence systems.

Вступ

Світовий досвід довів, що для підвищення якості, оперативності, комплексності та ефективності системи моніторингу довкілля необхідно поєднувати сучасні інноваційні засоби і технології: автоматизовані та автоматичні вимірювальні системи; аерокосмічні дослідження з використанням як супутників, так і літаків та безпілотних літальних апаратів; системи автоматизованої обробки даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ); геоінформаційні аналітичні системи для обробки інформації, з урахуванням закономірностей її зміни і у часі, і у просторі; комплексні багаторівневі системи моніторингу і контролю стану довкілля, які забезпечуватимуть інтегрування та комплексний аналіз даних про стан усіх складових довкілля як окремих регіонів, так і усієї країни в цілому з можливістю обміну даними з аналогічними міжнародними системами моніторингу; методи та технології аналізу даних моніторингу довкілля та визначення рівня техногенної та екологічної безпеки та ін. [1, 2].

Метою роботи є обґрунтування концепції створення інтелектуальної інформаційної системи для підтримки прийняття рішень в галузі екологічної безпеки на основі застосування апарату штучних інтелектуальних мереж, а також розкриття особливостей застосування аерокосмічних технологій та формалізація напрямів удосконалення систем екологічного моніторингу з використанням систем штучного інтелекту та нейронних мереж.

Результати дослідження

Порівняно нові наукові напрями досліджень - екологічна безпека, технологія захисту навколишнього середовища вивчають взаємодію суспільства з природним середовищем у процесі сталого розвитку. Фахівці у цій галузі вважають, що правильно організована планова діяльність підприємств та організацій, у тому числі успішно вибрані системи захисту навколишнього середовища або природо-

охоронні заходи, дозволить вирішити проблему гармонійної взаємодії людини (суспільства) та природи [1, 2].

Науково-технічне обґрунтування підходів та методів інтеграції аерокосмічних технологій в систему управління екологічною безпекою передбачає виконання наступних етапів:

аналіз сучасних проблем створення інтегрованих автоматизованих систем стратегічного екологічного оцінювання, оцінки впливу на довкілля, оцінки екологічних ризиків;

розробка технології використання аерокосмічних технологій для управління екологічною безпекою планової діяльності підтримки прийняття рішень в умовах надзвичайних ситуацій природного характеру;

розробка концептуально-методичних основ побудови інтегрованої автоматизованої системи управління екологічною безпекою за допомогою космічних систем дистанційного зондування Землі;

ідентифікація екологічних загроз та ризиків за допомогою інтегрованих автоматизованих систем та розробка методології формування управлінських інформаційних рішень в інтегрованих автоматизованих системах за допомогою космічних систем дистанційного зондування Землі;

прийняття управлінських рішень по зміцненню екологічної безпеки як складової національної безпеки Держави.

Інтегрована система екологічного моніторингу наступні складові: наземний пункт управління, комплекси супутникових систем спостереження, гелікоптери, безпілотні літальні апарати, наземні стаціонарні та мобільні підсистеми, з різними типами сенсорів, а крім того ще й мережі наземних сенсорів (рис. 1).

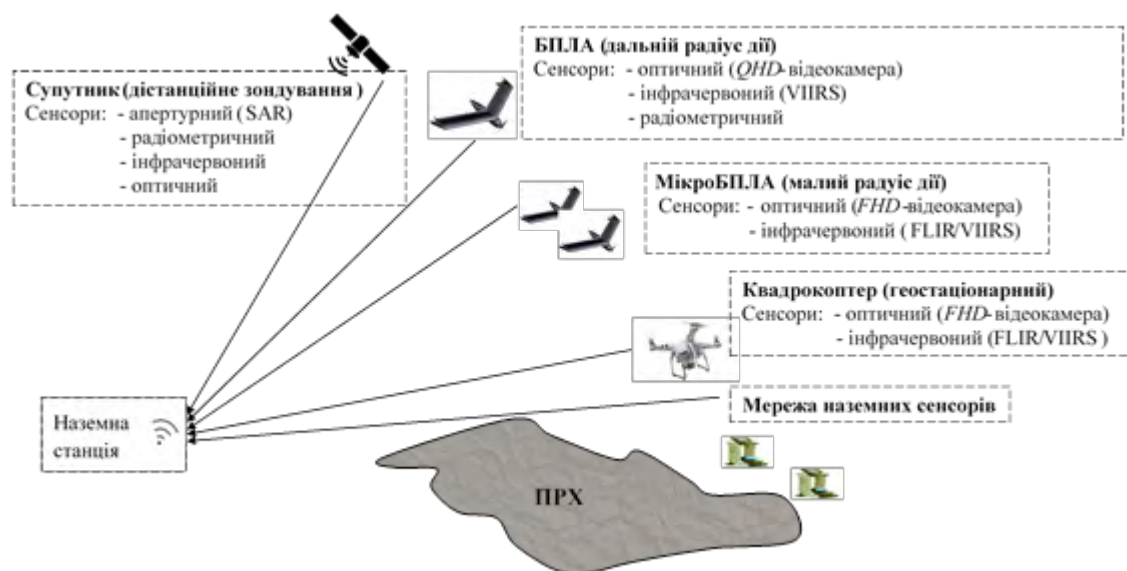


Рис. 1. Інтегрована система моніторингу екосистеми

Концептуальна схема інтегрованої системи управління екологічною безпекою включає наступні компоненти: множину космічних апаратів, безпілотні літальні апарати, наземні пункти спостереження, обладнаних спеціальною апаратурою; інфраструктуру для наземної підтримки аерокосмічного спостереження та обладнання для контролю за безпілотними літальними апаратами; супутники дистанційного зондування Землі та пункти прийому космічної інформації; наземний командний центр, що містить обладнання для здійснення комунікацій та обчислень, системи прийняття управлінських екологічних рішень. Впровадження методів інтеграції аерокосмічних технологій в систему управління екологічною безпекою дозволить на більш високому методичному рівні, актуально і аргументовано застосовувати космічні системи ДЗЗ для виконання завдань у сфері національної безпеки Держави, захисту довкілля та природних ресурсів України, а також у рамках реалізації заходів, визначених у Постанові Кабінету Міністрів України від 30 березня 1998 року № 391 «Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля».

У теперішній час є ефективним використання інтелектуальної технології експертної оцінки та підтримки прийняття рішень з використанням даних аерокосмічних спостережень з метою її застосування при розробці систем прогнозування критичних ситуацій, зменшення витрат, пов'язаних з ліквідацією їх наслідків. Проведений аналіз існуючих систем екологічного моніторингу свідчить про необхідність їх удосконалення при дефіциті часу та можливості прогнозування розвитку надзвичайних екологічних ситуацій.

У роботі розглядаються концептуальні питання побудови інформаційних систем, орієнтованих на підтримку прийняття екологічних рішень. Створено концептуальну схему інформаційних потоків, в результаті чого запропонована структура системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень з використанням штучного інтелекту. Запропоновано використовувати технології GRID, які є одним із перспективних напрямків розвитку програмного забезпечення багатокритеріального аналізу альтернатив та оптимізації. Під терміном система підтримки прийняття екологічних рішень (СППЕР) зазвичай розуміється інструментарій вироблення рекомендацій для особи, яка приймає рішення (ОПР), на основі ранжування кінцевої множини альтернатив (екологічних рішень) або оптимізації їх на нескінченній множині.

СППЕР допомагають вирішувати завдання, які традиційно вважають «інтелектуальними». Це діагностика проблемних екологічних ситуацій із різних галузей, формування, прийняття управлінських рішень. Такі завдання існували завжди, але сьогодні завдяки розвитку комп'ютерних систем їх вирішення стало практично можливим на основі формальних методів. Основні труднощі пов'язані з необхідністю одночасного обліку безлічі взаємозалежних чинників, які впливають на вирішення завдання, що призводило до великих інформаційних масивів, які не можна аналізувати «вручну». Крім того, широке практичне впровадження СППЕР стримувалося тим, що не всі організації, які хотіли б використовувати ці системи, мали достатні інформаційно-обчислювальні ресурси.

Здешевлення апаратного забезпечення, виникнення потужних систем управління базами даних та інструментальних засобів розробки програм змінило ситуацію. Зараз замовники подібних систем здебільшого мають або вже існуючу інформаційну базу, що зберігається в ЕОМ, або достатніми фінансовими ресурсами для її створення [3, 4].

Характерною рисою слабо структурованих завдань (екологічних рішень), які найбільше вимагають залучення СППЕР, є багатокритеріальність [3], яка полягає в тому, що якості прийнятих екологічних рішень не можна оцінити за допомогою єдиного скалярного показника і доводиться вдаватися до векторного критерію, наприклад врахування ефективності, вартості, часових показників тощо.

Для вирішення труднощів ранжування і оптимізації альтернатив, що виникають при цьому, пропонується використовувати неформальні методи скаляризації, що спираються на судження ОПР (експертів). Узагальнена база даних формується відповідно до загальних принципів побудови сховищ даних та знань. Для представлення структури управління програмними системами використовуються різні формалізми, зокрема й мережі Петрі [5, 6]. Формальний апарат цих мереж доцільне використовувати для моделювання впорядкування подій та потоку інформації.

Функціональний аналіз прикладних систем, що ґрунтуються на знаннях, зазвичай здійснюється в рамках міжнародного стандарту IDEFO [5, 6]. Така методологія дозволяє уявити формальну модель інтегрованої системи інтелектуальної підтримки моделювання та візуалізації в нотації стандарту IDEFO (рис.2).



Рис. 2. Архітектура системи інтелектуальної підтримки екологічних рішень

Інтелектуальна система поєднує формальні методи аналізу та інтерпретації інформації при вирішенні завдань динаміки складного об'єкта з евристичними методами та екологічними моделями, що базуються на досягненнях комп'ютерної математики, знаннях експертів, імітаційних моделях, накопиченому досвіді. Система включає ряд модулів, що взаємодіють між собою, виконують певні функції відповідно до загальної стратегії функціонування. Крім традиційних для систем інтелектуальної підтримки модулів, система містить модулі імітації, аналізу та прогнозу проблемної ситуації (моделювання), організації різних видів інтерфейсу.

На рис.3 наведено потік інформації у завданнях моделювання та візуалізації в інтелектуальній системі підтримки прийняття управлінських екологічних рішень.

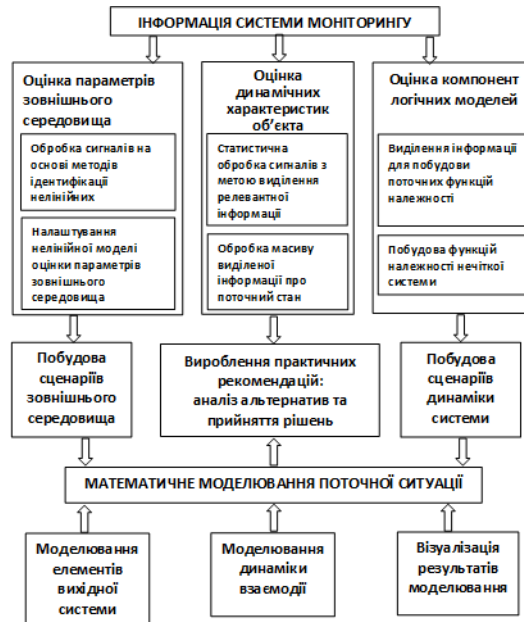


Рис.3. Потік інформації у завданнях моделювання та візуалізації в інтелектуальній системі підтримки прийняття управлінських екологічних рішень

Алгоритми аналізу та прогнозу ситуації дозволяють відновлювати поточні характеристики зовнішніх збурень та параметри екологічного об'єкта, а також побудувати фактичні значення функцій приналежності, що визначають логіку функціонування динамічної бази знань (оцінку небезпеки ситуації та прогноз її розвитку) на основі фактичних даних про стан зовнішнього середовища та екологічного об'єкта.

Система інтелектуальної підтримки прийняття управлінських екологічних рішень має такі відмінні властивості: складність розподіленою структурою (структурна складність); багатоцільовий характер перетворення інформації (функціональна складність); необхідність обліку та формалізації невідзначеності (інформаційна складність); врахування особливостей розробки (проектна складність).

Інформаційний простір, що надається системою інтелектуальної підтримки, забезпечує можливість взаємодії екологічних експертів під час вирішення завдань аналізу та інтерпретації екологічної інформації на всіх стадіях виконання екологічних розрахунків та моделювання екосистем при здійсненні екологічного моніторингу на розробки технологій захисту навколишнього середовища.

Інформаційна модель інтелектуальної підтримки моделювання та візуалізації екологічної інформації представляється як безліч екологічних моделей, що складаються з окремих наперед визначених інформаційних моделей екологічних об'єктів. Адаптивна компонента (модуль адаптації), що забезпечує функціонування системи на базі інформаційної моделі, передає знайдене системою рішення ОПР для подальшого аналізу та інтерпретації. Прогнозування інформаційних потреб та інтелектуальної підтримки полягає у визначенні екологічної ситуації (нештатні, аварійні, катастрофічні екологічні ситуації), формуванні та перетворенні інформації з урахуванням особливостей ОПР та рівня його професійної майстерності.

Концепція інтелектуальної системи сформульована як узагальнення та розвитку традиційних моделей обробки інформації з урахуванням високопродуктивних засобів обчислень. При розробці кон-

цептуальної моделі сформульовано принципи побудови та особливості застосування інтелектуальних систем під час здійснювання екологічного моніторингу, прогнозування розвитку надзвичайних екологічних ситуацій та інтерпретації екологічної інформації. Серед цих принципів слід виділити адаптивність, багатопроекторність та максимальну швидкість, відкритість, безперервність функціонування та живучість.

Інтелектуальна система має можливість еволюційного нарощування в умовах безперервної зміни динаміки об'єкта та зовнішнього середовища.

Висновки

Розглянуто особливості створення та застосування інтелектуальної інформаційної системи для підтримки прийняття рішень в галузі екологічної безпеки на основі застосування апарату штучних інтелектуальних мереж. Визначено, що синтез моделей обробки інформації в інтелектуальній системі підтримки прийняття рішень в умовах розвитку екологічних процесів та впливу зовнішнього середовища на екосистему дозволяє вирішити проблеми створення баз знань, що еволюційно-самоорганізуються, а також систем адаптивного синтезу інформаційно-обчислювальних конфігурацій екосистем. Аналіз завдань, розв'язуваних інтелектуальною системою підтримки прийняття управлінських екологічних рішень, дозволяє виділити ряд особливостей: складність алгоритмів та велика кількість вихідних даних із суттєво різною структурою; наявність жорстких вимог щодо продуктивності обчислювальної системи, необхідність обчислень у режимі реального часу; потреба реалізації операцій між великою кількістю різнорідних об'єктів, включаючи операції збурення динамічних об'єктів, з урахуванням складної структури відносин між класами об'єктів. Концепція інтелектуальної системи сформульована як узагальнення та розвитку традиційних моделей обробки інформації з урахуванням високопродуктивних засобів обчислень. При розробці концептуальної моделі сформульовано принципи побудови та особливості застосування інтелектуальних систем під час здійснювання екологічного моніторингу, прогнозування розвитку надзвичайних екологічних ситуацій та інтерпретації екологічної інформації. Серед цих принципів слід визначити наступні: адаптивність, багатопроекторність та максимальну швидкість, відкритість, безперервність функціонування та живучість. Процес розробки концепції створення інтелектуальної інформаційної системи для підтримки прийняття управлінських рішень в галузі екологічної безпеки передбачає формалізацію наступних процесів: визначення особливостей автоматизації експертної обробки та процесу прийняття рішень в системах екологічного управління; формування архітектури системи інтелектуальної підтримки прийняття управлінських екологічних рішень та визначення потоків відповідних інформації в системі. Обґрунтована архітектура системи інтелектуальної підтримки прийняття управлінських екологічних рішень. Визначено, що система інтелектуальної підтримки має такі відмінні властивості: складність розподіленої структури (структурна складність); багатоцільовий характер перетворення інформації (функціональна складність); необхідність обліку та формалізації невизначеності (інформаційна складність); необхідність врахування особливостей розробки (проектна складність).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Білявський Г. О. Основи екології / Г. О. Білявський, Р. С. Фурдуй, І. Ю. Костіков. - К.: Либідь, 2005. 408 с.
2. Бондар О.І. Моніторинг навколишнього середовища / [О. І. Бондар, І. В. Корінько, В. М. Ткач, О. І. Федоренко]; під ред. О. І. Федоренко. К.Х.:ДЕІ-ГТІ, 2005. – 126 с.
3. Бондар О.І., Машков О.А., Міхеев В.С. Системний підхід щодо створення системи підтримки екологічних рішень для забезпечення екологічної безпеки держави / Екологічні науки: науково-практичний журнал. К.: ДЕА, 2020.-№ 3(30), 2020, с. 30-38.
4. Васильєв В.І., Шевченко О.І. Штучний інтелект: Формування та впізнання образів. -Донецьк: Дон. ДНДІ, 2000, 360 с.
5. Машков О.А., Абідов С.Т., Івашенко Т.Г., Оводенко Т.С., Печений В.Л. Особливості екологічного прогнозування за допомогою штучних інтелектуальних систем підтримки прийняття управлінських рішень/ Екологічні науки: науково-практичний журнал. К.: ДЕА, Випуск 1(46), 2023,№ 5(44), с. 168-174.
6. Машков О.А., Івашенко Т.Г. Проблеми управління екологічною безпекою планованої діяльності за допомогою систем підтримки прийняття управлінських інформаційних екологічних рішень / Науковий часопис Академії національної безпеки, №3-4 (27-28) 2020, с. 7-34.

Машков Олег Альбертович — доктор технічних наук, професор, професор кафедри екологічної безпеки, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, м. Київ, e-mail: mashkov_oleg_52@ukr.net

Печений Володимир Леонідович – завідувач лабораторією прикладної екології, викладач, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, м. Київ

Присяжний Володимир Ілліч — кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, начальник центру, Національний центр управління та випробувань космічних засобів, м. Київ

Оводенко Тамара Сергіївна — аспірант, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, м. Київ

Мухіна Катерина Євгенівна — кандидат технічних наук, старший викладач, Національний технічний уні-

верситет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Mashkov Oleg Albertovych — Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Environmental Safety, State Environmental Academy of Postgraduate Education and Management, Kyiv, e-mail: mashkov_oleg_52@ukr.net; olegvvvv@gmail.com

Pechenyi Volodymyr Leonidovych - Head of the Laboratory of Applied Ecology, State Environmental Academy of Postgraduate Education and Management, Kyiv, Ukraine

Prysyazhny Volodymyr Ilyich — candidate of technical sciences, senior researcher, head of the center, National Center for Control and Testing of Space Means, Kyiv

Ovodenko Tamara Serhiyivna — PhD student, State Environmental Academy of Postgraduate Education and Management, Kyiv

Mukhina Kateryna Evgenivna — candidate of technical sciences, senior lecturer, National Technical University of Ukraine "Ihor Sikorskyi Kyiv Polytechnic Institute"

Людмила Маркіна^{1,2}
Олег Власенко¹
Марія Харитонова²
Михайло Ткаченко¹
Владислав Рябов¹

ІННОВАЦІЙНА НОВИЗНА Й ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ОНЛАЙН-ІНСТРУМЕНТІВ У ПРИРОДНИЧІЙ ОСВІТІ

¹Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління

²Національний транспортний університет

Анотація

Вивчення ефективності онлайн-платформ у сфері оцінки біорізноманіття та екосистемних послуг, можливості їх застосування в освітньо-природничому просторі Нової української школи через залучення здобувачів освіти до громадянської науки.

Особливо актуальним такий підхід є в умовах необхідності збереження і збору даних про довкілля в умовах глобальних впливів повномасштабної війни на біорізноманіття і водночас надання учням ширших можливостей для отримання практичних знань [1]. До того ж дослідницький характер природничих дисциплін спрямований на виховання критичного й просторового мислення здобувачів освіти, що забезпечує розкриття інтелектуального потенціалу особистості. Онлайнове шкільне сьогодення закрило доступ до природи, що унеможливило проведення дієвих практичних занять, а освітній процес ще більше теоретично навантажився. Для природничої освіти це особливо болісно, оскільки потреба практичного виходу в природу обмежилась спочатку епідемією, тепер війною. Постає необхідність змінювати підходи до освітнього процесу й впроваджувати нові рішення з подальшим інтегруванням у шкільні програми таких дієвих цифрових природничих інструментів.

Ключові слова: інновації, природнича освіта, онлайн-інструменти, веб-платформа, веб-інтерфейс, біорізноманіття.

Abstract

The study of the effectiveness of online platforms in the field of biodiversity and ecosystem services assessment, the possibility of their application in the educational and natural space of the New Ukrainian School through the involvement of students in citizen science.

This approach is especially relevant in the context of the need to preserve and collect environmental data in the context of the global impact of a full-scale war on biodiversity and, at the same time, to provide students with greater opportunities to gain practical knowledge [1]. In addition, the research nature of natural science disciplines is aimed at fostering critical and spatial thinking of students, which ensures the disclosure of the intellectual potential of the individual. The online school environment has closed access to nature, making it impossible to conduct effective practical classes, and the educational process has become even more theoretically loaded. This is especially painful for science education, as the need for practical access to nature has been limited first by the epidemic and now by the war. There is a need to change approaches to the educational process and introduce new solutions with the subsequent integration of such effective digital natural science tools into school curricula.

Keywords: innovation, science education, online tools, web platform, web interface, biodiversity.

Ключові принципи громадянської науки в освітньому просторі

Концепція «citizen science» (українською – громадянська наука) за останні роки набула значного поширення та популярності серед міжнародного наукового співтовариства й зацікавлених громадян. Чимало вчених убачають у ній майбутнє інтерактивної та інклюзивної, доступної для всіх широких верств населення участі в наукових дослідженнях. Співпраця між професійними дослідниками й аматорами може бути взаємовигідною. З одного боку, вона надає науковцям доступ до великої кількості даних, зібраних аматорами, які можуть бути використані у дослідженнях. З іншого боку, участь у проєктах громадянської науки дозволяє покращувати рівень екологічної свідомості населення,

прищеплювати дітям і молоді повагу до довкілля та мотивувати людей проводити своє ефективне дозвілля на природі.

За визначенням Оксфордського словника англійської мови, до якого поняття «citizen science» було включене 2014 року, «Громадянська наука – це наукова робота, що виконується представниками широкої громадськості, часто у співпраці з професійними вченими або під їх керівництвом». До відомих іноземних дослідників даного питання можна віднести П. Файерабенда, Р. Боннея, Г. Ріша, К. Поттера та інших [2-4].

Громадянська наука в шкільному контексті може покращити такі аспекти як мотивація, інтерес і знання здобувачів освіти, а також їх наукові й комунікативні навички. При цьому навчальні стандарти вимагають особливого вдосконалення і вливання основних аспектів громадської науки у шкільні плани і програми. Про це багато говорять вже сьогодні й ставлять відповідні цілі [5].

Громадянська наука має широкі можливості для міждисциплінарності та інтеграції природничих, фізичних і медичних наук із гуманітарними й соціальними науками. Навчання може бути самостійним, але часто покладається на керівництво вчителя. Навчання може проходити як у формальному, так і в неформальному середовищі, а методи викладання можуть бути такими ж різними як і самі умови. Отже, науку й освіту можна розглядати в синергії з можливостями, які надає нам громадянська наука [6].

Майбутнє інтеграції громадянської науки в освіту прямо залежить від глобально доступних цифрових платформ. Зокрема мова йде про різні веб-інструменти для завантаження даних і їх аналізу. Завантаження власних матеріалів через інтерактивні вебсайти, додатки для смартфонів тощо дозволяє запроваджувати нові парадигми навчання в освітній екосистемі.

Особливо придатною громадянська наука в освітньому просторі може бути для дослідження біологічного різноманіття та оцінки екосистемних послуг. Її спектр використання може стати набагато ширшим і використовуватись для здобувачів освіти як практична підготовка з біологічних дисциплін, зокрема, щодо отримання знань про поширення видів, їх таксономічний та охоронний статус, тощо, та співучасть у накопиченні наукових даних з подальшим їх використанням у великій науці та розробці заходів з охорони та збереження біологічного різноманіття [7].

На міжнародному рівні існує чимало проектів, які дозволяють ділитися своїми спостереженнями з фахівцями. Серед найбільш відомих слід назвати iNaturalist та UkrBIN (усі види живих організмів), Глобальний інформаційний фонд з біорізноманіття (Global Biodiversity Information Facility – GBIF), eBird (птахи), FrogWatch (жаби та ропухи), HerpMapper (рептилії та амфібії), BeeSpotter (бджоли), The Reptile-Database (плазуни) та ін. Окрім використання цих ресурсів, громадянські науковці часто спілкуються безпосередньо з фахівцями та діляться своїми спостереженнями [8-11].

Всі ці ресурси дозволяють, будь-кому, тримаючи у руці свій смартфон долучитись до великої науки зі збору даних про поширення усіх видів, як, наприклад, iNaturalist або окремих груп, як eBird. Тим самим долучитись до наукових досліджень, стати «citizen scientist», досліджувати і вивчати біорізноманіття. Ці бази широко використовуються науковцями всього світу, для вивчення стану виду, зменшення чи то збільшення чисельності, зміни меж ареалів, або повного зникнення видів, та власне будь які популяційні характеристики на всіх етапах росту і розвитку. Бази широко застосовуються в освітніх цілях. На сьогодні, завдяки цим інструментам, можна дізнатись про мешкання тих чи інших біологічних видів у громаді з подальшою оцінкою та розробкою планів охорони та збереження. До речі, в багатьох країнах саме громадянська наука, дозволила провести інвентаризацію поширення видів, тим самим встановити їх статус та оцінити сучасний стан популяцій.

Виклики, від яких зараз потерпає Україна, всі випробування, які вона продовжує долати, потребують нових підходів, зокрема в освіті й навчанні. Шкільна система пройшла через пандемію, страждає від війни та наслідків бойових дій і окупації рф, тому необхідність запропонувати й впровадити ефективні методології для задоволення освітніх потреб здобувачів освіти й викладачів тільки зростає.

Закладам освіти потрібна абсолютно нова парадигма навчання і тут громадянська наука має великий потенціал. Вчителі повинні займати активну позицію, долати стару освітню модель простої передачі знань і стати передвісниками змін до сучасної та активної освітньої спільноти, сприяти відкритому навчанню.

Інструментами громадянської науки є різні веб-платформи, які можна з успіхом використовувати в освітньо-природничому просторі НУШ.

Одним з веб-інструментів, який можна застосовувати в шкільній програмі є застосування програмного забезпечення iNaturalist [9]. Даний інструмент працює як веб-сайт і як додаток до смартфона з можливістю створення персональних профілів для навчання основ біології та екології

школярів старшого віку з одночасним використанням даних зібраних в процесі такого навчання для потреб світової науки [1].

Платформа iNaturalist — один з найбільших у світі проєктів зі збору даних із біорізноманіття. Підтримується National Geographic та California Academy of Science. З платформою iNaturalist можна швидко задокументувати знахідку (фото, координата, дата); поділитися спостереженнями за дикою природою зі спільнотою; отримати кваліфіковану допомогу в визначенні видів від спеціалістів із різних держав; проводити збір інформації про біорізноманіття гуманними методами (фотографування тварин, рослин, і навіть їх частин, слідів життєдіяльності тощо); бути обізнаним і розширити знання про види й закономірності їх поширення. Щодня платформою iNaturalist користуються до 100 тисяч активних користувачів із понад 240 країн світу. Наразі в мережі міститься інформація про понад 70 мільйонів спостережень, 250+ тисяч видів (Рис. 1) [1; 9].

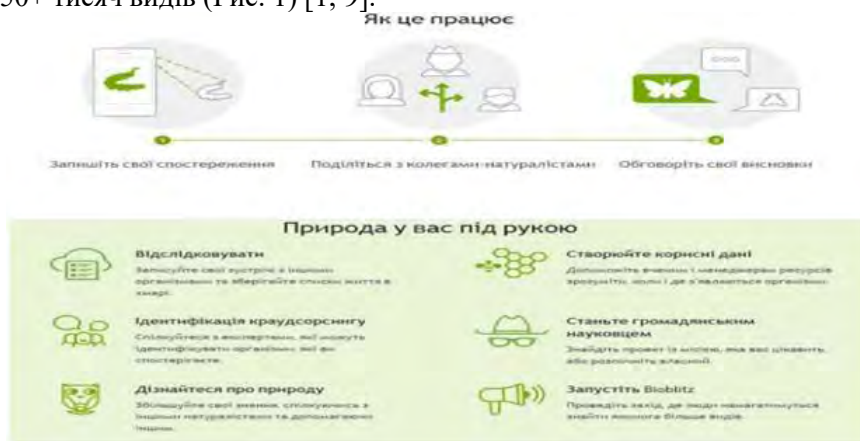


Рис 1 Особливості роботи платформи iNaturalist <https://www.inaturalist.org/> [9]

Логіка роботи на платформі наступна. Користувач (використовуючи вебінтерфейс або мобільний застосунок) завантажує свої спостереження у вигляді геотегованих фотографій, після чого інші користувачі підтверджують (або пропонують свої) визначення виду. Визначення, з яким «погодилися» щонайменше два користувачі, набуває «дослідницького статусу» і в подальшому стає частиною даних всесвітнього проєкту з інвентаризації біорізноманіття GBIF [12]. Таким чином, аматори отримують можливість пізнавати природу краю та робити реальний внесок в науку, а професіонали — потужне джерело даних з біорізноманіття. Приклад профілю веб-сайту представлений на рисунку в додатку (Рис. 2).

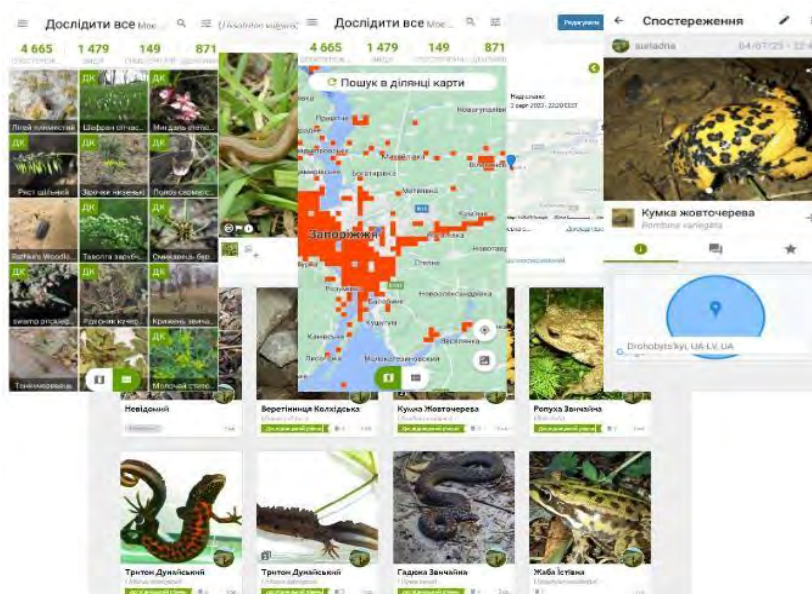


Рис 2 Приклад спостережень окремого профілю на веб сайті iNaturalist [9]

Для організації спільної роботи над оцінкою біорізноманіття певних територій iNaturalist надає можливість створення проєктів (Рис. 3) [13].

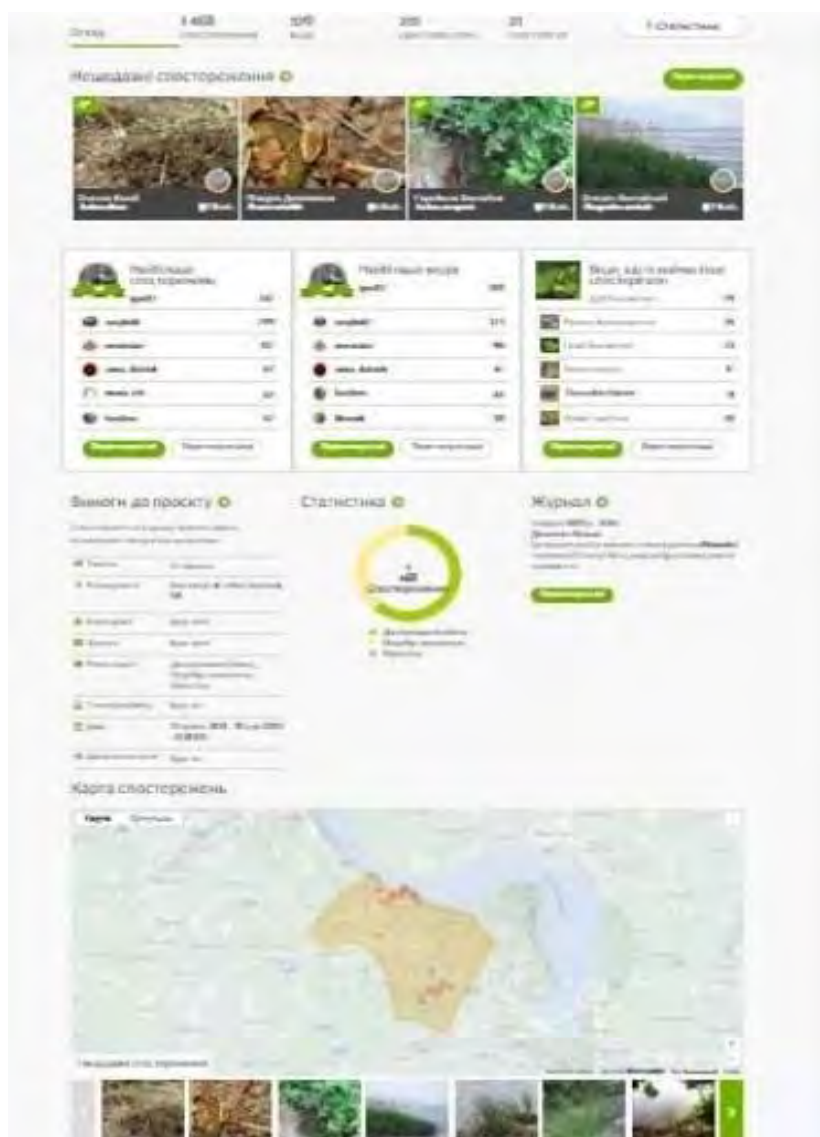


Рис 3. Приклад проєкту на iNaturalist

Український інтерфейс дозволяє активно застосовувати цей додаток у навчальному процесі, завантажувати свої спостереження, відслідковувати спостереження інших користувачів, вивчати, створювати спільні проєкти під керівництвом вчителя.

У світовому масштабі публікація спостережень про біорізноманіття (в тому числі дані iNaturalist дослідницького рівня) забезпечує платформа GBIF, що є центральним сховищем даних про біорізноманіття світу. Завдяки цьому кожен користувач iNaturalist після підтвердження визначень може мати реальне наукове цитування свого фото, яке буде не менш легітимною науковою цитатою, ніж стаття у будь-якому науковому журналі [1; 12-13].

Наступна онлайн-платформа, використання якої можна впроваджувати в освітній процес, це UkrBIN (Ukrainian Biodiversity Information Network) – Національна Мережа Інформації з Біорізноманіття – це єдина українська платформа для накопичення та обміну даними з біорізноманіття у режимі вільного доступу. За допомогою UkrBIN забезпечується створення загальнонаціональної бази даних із біорізноманіття, поширення та чисельність видів рослин і тварин в Україні й світі.

UkrBIN пропонує зручні в користуванні інтерактивні веб-інструменти: для завантаження власних спостережень; визначення видів, що були зафіксовані у природі; відстежування власних спостережень у загальному переліку таксонів; створення інтерактивних карт і графіків поширення видів на основі даних UkrBIN; дослідження трофічних зв'язків між видами завантаження даних UkrBIN на власний комп'ютер для подальшого аналізу. Інтерфейс UkrBIN доступний українською та англійською мовами. Спостереження кожного учасника проекту додаються до загальної бази даних UkrBIN, яка є доступною для всіх користувачів. UkrBIN фіксує наявність-відсутність і чисельність видів, використовуючи дані із завантажених переліків таксонів. Простий та інтуїтивно зрозумілий веб-інтерфейс дозволяє користувачам переглядати вміст бази даних UkrBIN за допомогою інтерактивних запитів, додавати власні спостереження, коментувати вміст UkrBIN і брати участі у форумі (Рис. 4).

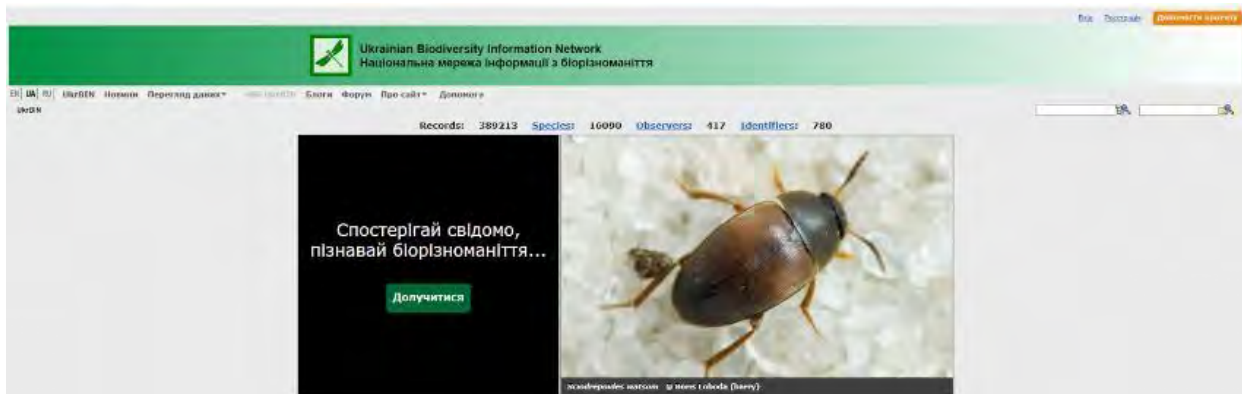


Рис 4. Головна сторінка веб-сайту платформи UkrBIN [10]

UkrBIN дозволяє завантажувати дані, зібрані в різний спосіб, у тому числі результати точкових підрахунків, трансект і пошуку за регіоном. Автоматизовані фільтри даних, розроблені регіональними експертами, здійснюють перевірку даних, що надходять від користувачів, перш ніж ці дані потрапляють у загальну базу даних. Експерти перевіряють коректність визначення таксонів, зставляючи отримані дані з узгодженим переліком таксонів для конкретної місцевості. До головних функцій роботи з UkrBIN



відноситься (Рис. 5).

Рис 5. Головні функції платформи UkrBIN [10]

1) Пошук за зображенням. На сайті доступні два види пошуку – по сайту і по таксону. У кожного об'єкта пошуку вказано користувача, який його знайшов, координати, де знайдений, дата й час. Обов'язково прикріплюється фото об'єкта (Рис. 6).

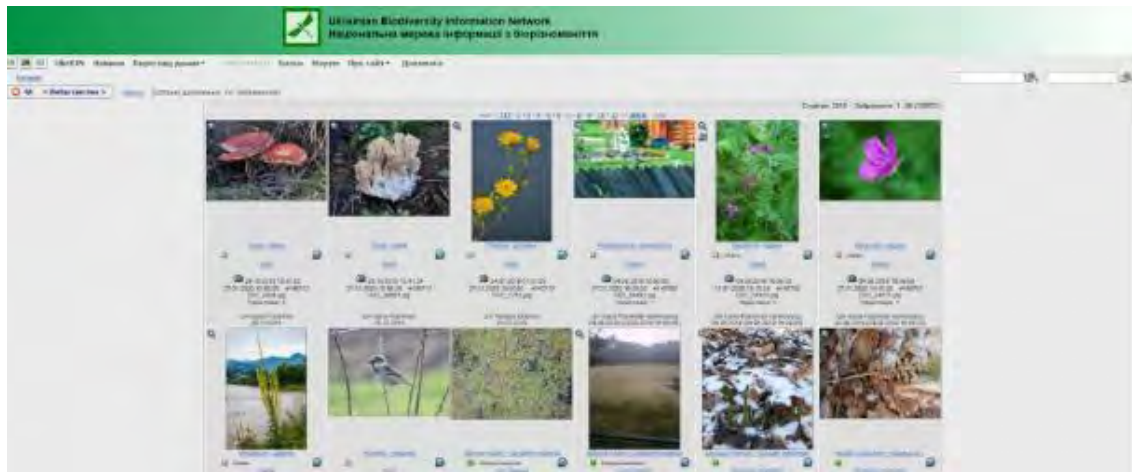


Рис 6. Пошук за зображенням з можливістю визначення в польових умовах на платформі UkrBIN [10]

Доступне посилання на автора, з яким можна зв'язатися, у кожного автора є своя публічна карта знахідок, де все фіксується.

2) Пошук за регіоном. Є можливість дивитися статистику й анотовані списки для країни, області або району за допомогою запитів і фільтрів. Оптимальний варіант щоб швидко знайти потрібну інформацію по своєму місту наприклад.

3) Перегляд фенограм. Користувач має можливість переглянути місячні та річні фенограми по кожному виду, порівняти їх помісячно та по датам, та відразу бачити відхил у відсотках.

4) Перегляд за картою. На платформі відображається карта, куди заносяться всі завантаження та зміни від користувачів. Кожне дослідження відмічене на карті і має своє посилання. Дуже зручно у використанні, так як видно відразу в якому районі були які дослідження і знахідки. Для більш досвідчених користувачів наявні такі перегляди даних як: дерево таксонів, визначник, поширення, географія, музеї, бібліографія і завантаження [12].

Описані цифрові площадки біорізноманіття демонструють свою простоту, доступність і відкритість до застосування. Це дозволяє їх ефективно використовувати в освітніх цілях. Долучаючись до такої практичної онлайн-діяльності, можна створювати різні учнівські проекти, вивчаючи популяції біологічних видів.

Висновки

У освітньому процесі використання сучасних інструментів громадянської науки дозволяє розширити кругозір здобувачів освіти як щодо об'єктів спостереження, так і щодо сучасних інструментів оцифрування. З 2021 року, коли iNaturalist було перекладено українською мовою, стало можливим застосування цього додатку і в освітньому процесі. Використання мобільних додатків дозволило урізноманітнити традиційну екскурсію, сприяючи використанню смартфона як інструменту для створення записів і визначення біологічних об'єктів, а також організувати системну самостійну роботу здобувачів освіти, керуючи нею дистанційно. Цікавим є факт, що найбільше у використанні iNaturalist були зацікавлені здобувачі освіти, які виражали бажання після отримання повної середньої освіти отримати вищу освіту, яка пов'язана з біологією – переважно, медичну, ветеринарну, ландшафтних дизайнерів.

Головними цілями спостережень із використанням веб-інструментів, які ставить вчитель, є такі: необхідність мотивувати здобувачів до активного дослідження навколишнього середовища; зацікавити здобувачів освіти до застосування новітніх дослідницьких онлайн-технологій з використанням смартфонів; навчити самостійно організовувати свою діяльність під наглядом керівника, правильно розподіляти свій час на різні форми завдань, дотримуватися дедлайнів; навчити працювати в групі, зокрема розподіляти між собою обов'язки й відповідальність; сформувати між вчителем і групою, а також між учнями в групі зворотній зв'язок за допомогою інструментів оцінювання і самооцінювання; навчити аналізувати отриману інформацію відповідно до поставленого завдання; залучити здобувачів освіти до проведення реальних наукових досліджень, запропонувавши їм стати членами міжнародної спільноти з вивчення біологічного різноманіття.

Найбільшу цінність для здобувачів освіти становить та інформація, яку він здобув самостійно, оскільки вона добре інтегрується в уже наявну в нього систему знань. Описані цифрові площадки можуть з успіхом використовуватись в освітньому процесі як глобальні ініціативи, що можуть стати ключовими для реалізації освітнього природничого потенціалу в контексті громадянської науки як соціально-значущої інновації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Василюк О.В., Марушак О. Ю., Зінковський А.В. Дубина Н. А. Можливості застосування інструментів громадянської науки в навчальному процесі біологічних факультетів ВНЗ. Вісник Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка. Педагогічні науки Pedagogical Sciences. Випуск 53. 2023. С. 170-176. URL: https://www.researchgate.net/publication/377086493_MOZLIVOSTI_ZASTOSUVANNA_INSTRUMENTIV_GROMADANS_KOI_NAUKI_V_NAVCALNOMU_PROCESI_BIOLOGICNIH_FAKULTETIV_VNZ (Дата звернення 26.01.2024)
2. Омелянець Юлія. Сам собі дослідник: що таке громадянська наука. Куншт. URL: <https://kunsht.com.ua/articles/sam-sobi-doslidnik-shho-take-gromadnyaska-nauka> (Дата звернення 20.01.2024)
3. Finalizing a Definition of "Citizen Science" and "Citizen Scientists". URL: <http://www.openscientist.org/2011/09/finalizing-definition-of-citizen.html> (Дата звернення 20.01.2024)
4. Irwin A. Citizen Science: A Study of People, Expertise and Sustainable Development. London: Routledge, 1995. 212 p.
5. Mientje Lüsse, Frauke Brockhage, Marco Beeken & Verena Pietzner. Citizen science and its potential for science education, International Journal of Science Education, 2022. 44:7, 1120-1142, DOI: 10.1080/09500693.2022.2067365
6. Roche J, Bell L, Galvão C, Golumbic YN, Kloetzer L, Knoben N, Laakso M, Lorke J, Mannion G, Massetti L, Mauchline A, Pata K, Ruck A, Taraba P and Winter S. Citizen Science, Education, and Learning: Challenges and Opportunities. Front. Sociol. 2020. 5:613814. doi: 10.3389/fsoc.2020.613814
7. Citizen Science Schools in Zurich. URL: <https://www.citizenscienceschool.uzh.ch/en.html> (Дата звернення 20.01.2024)
8. Прондзинська К.М. С. Citizen science у дослідженні поширення видів на прикладі геконів (Squamata: Gekkota). Соціальні та екологічні технології: актуальні проблеми теорії і практики : матеріали XIII Міжнародної Інтернет-конференції (Мелітополь, 19–21 січня, 2021 року) / за заг. ред. В. І. Лисенка, Н. М. Сурядної. Херсон, Олді+, 2022. С. 230-237.
9. Платформа iNaturalist. Офіційний сайт проєкту. URL: <https://www.inaturalist.org/> (дата звернення: 22.01.2024).
10. Національна мережа інформації з біорізноманіття УкрБін Офіційний сайт проєкту. URL: <https://ukrbin.com/> (дата звернення: 22.01.2024).
11. What is Citizen Science URL: <https://fritsahlefeldt.com/2019/10/19/what-is-citizen-science/> (дата звернення: 22.01.2024).
12. Глобальний інформаційний фонд з біорізноманіття. Global Biodiversity Information Facility – GBIF. URL: <https://www.gbif.org/> (Дата звернення 20.01.2024).
13. Прилуцький Олег. iNaturalist — інструмент пізнання природи у цифрову добу, для кожного. Українська природоохоронна група. URL: <https://uncg.org.ua/inaturalist-instrument-piznannia-prirody-u-tsifrovu-dobu-dlia-kozhnoho/> (Дата звернення 23.01.2024).

Маркіна Людмила - доктор технічних наук, професор, професор кафедри екологічного аудиту та технологій захисту довкілля, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, м. Київ

Власенко Олег – науковий співробітник, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, м. Київ, olegvvvv@gmail.com

Харитоновна Марія, здобувачка першого(бакалаврського) рівня вищої освіти Національного транспортного університету, спеціальність «Транспортні технології», м. Київ

Ткаченко Михайло - магістр спеціальності 183, Технології захисту навколишнього середовища, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, м. Київ

Рябов Владислав - магістр спеціальності 183, Технології захисту навколишнього середовища, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, м. Київ

ВПЛИВ РОСІЙСЬКИХ ОКУПАНТІВ НА ДИКИХ ССАВЦІВ ТА НА СТАН ЗАПОВІДНИХ ТЕРИТОРІЙ В УКРАЇНІ

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Анотація

Захоплення російськими військами значної території південної та південно-східної України створили значний негативний вплив на угруповання усіх великих і рідкісних диких ссавців. Основними стали: надмірне вилучення, випалювання та вирубування лісів, вибухи ракет, снарядів та тисячі пострілів, які сприяли підвищеній смертності рослиноїдних тварин і зростанню чисельності хижаків. Всі захоплені заповідні території були оголошені російською власністю, на території яких стали проводитися полювання та заготівля м'яса для армії.

Ключові слова: війна, ракети снаряди, вибухи, смертність, загибель, заповідники.

Abstract

The occupation by Russian troops of a large area of southern and south-eastern Ukraine has had a significant negative impact on the communities of all large and rare wild mammals. The main ones are: Excessive removal, burning and deforestation, explosions of rockets, shells and thousands of shots, which contributed to increased mortality of herbivores and an increase in the number of predators. All of the seized protected areas were declared Russian property, and hunting and meat harvesting for the army began.

Keywords war, missiles, shells, explosions, mortality, deaths, nature reserves.

Вступ

Під час військових подій 2014-2024 рр. значна частина південної та більшість території південно-східної України були окуповані Росією. В процесі жорстоких боїв найбільшого негативного впливу зазнали угруповання таких великих ссавців, як: європейський лось, благородний та плямистий олені, європейська лань, європейська козуля та дикий кабан. Причиною їх зникнення та скорочення чисельності були:

а) цілеспрямоване вилучення диких тварин бійцями обох армій, що також мало місце упродовж I та II-ї Світових воєн, революційних подій та інших конфліктів, незважаючи на статус угідь (мисливські, території ПЗФ тощо), а також періоду біологічного циклу (зимівля, гін, народження, виховання малечі);

б) знищення природних та штучних лісонасаджень у воєнних цілях за допомогою пожеж, ракетних та гарматних пострілів, вирубання дерев для виготовлення бліндажів, інженерних споруд, укріплення стін окопів, схованок для гармат та інших видів озброєнь;

в) деформація усіх природних біотопів, структури водно-болотних угідь та агроценозів, які за масштабами зазнали і продовжують зазнавати небувалих раніше руйнувань внаслідок значного впливу різноманітних та щільних вибухів;

г) поява та висока концентрації у місцях боїв та у місцях частих обстрілів біологічних компонентів (трупи людей, залишки частин людських тіл, вбиті та померлі дикі, а також свійські тварини), що суттєво збільшило концентрацію доступної поживи хижакам (вовки, шакали та лисиці) і сприяло зростанню їх чисельності.

Результати дослідження

Особливо великої шкоди було надано російськими окупантами усім диким ссавцям, які мешкали на території біосферних заповідників та національних природних парків. Серед цієї групи особливо охороняємих Україною оселищ в першу чергу треба згадати славнозвісну Асканію-Нову, яка була захоплена ворогами в перший день війни – 24 лютого 2022 року. Соромно згадувати, що ця частина нашої держави практично не охоронялась українськими військами, що дозволило російським окупантам швидко захопити територію Чорноморського біосферного заповідника, національних природних парків: «Азово-Сиваський», «Білобережжя Святослава», «Джарилгацький», «Нижня-дніпровський»,

«Приазовський», «Олешківські піски», а також регіональний ландшафтний парк «Кінбурзька коса». За короткий час всі захоплені заповідники та національні парки були включені до російського реєстру заповідних територій з призначенням, у більшості випадків, російських керівників. На жаль, у певній мірі цьому сприяла діяльність невеликої частини колаборантів, які стали співпрацювати з росіянами і які не уникнуть справедливого покарання українського народу.

З території біосферного заповідника «Асканія-Нова» до Росії було вивезено багато рідкісних ссавців, що треба глибоко вивчити після визволення України від окупантів. Дуже постраждали угіддя Нижньодніпровського НПП, які після підриву російськими військовими 6 червня 2023 року греблі Каховської ГЕС, виявились затопленими дніпровською водою. Внаслідок цього дуже постраждала популяція євро-азійського бобра, яка була створена внаслідок переселення у 1975 р. тварин, вилучених у зоні затоплення Київської ГЕС. Зазначений період характеризується народженням бобренят, значна кількість яких загинула у затоплених норах та хатках. Місцеві жителі фіксували багато випадків наземної міграції та кочівлі бобрів по прибережних лісах, населених пунктах, шляхах тощо, що є не характерним для цих ссавців явищем. Разом з ними мігрували такі великі ссавці, як дикі кабани, благородні олені, європейські лані та козулі, значні осередки яких були створені мисливцями у острівних лісах пониззя Дніпра. Звичайно, це спричинило підвищення рівня смертності більшості із зазначених вище тварин. У прилягаючих степових угіддях, які були затоплені дніпровськими водами, загинула велика кількість кандибки звичайного (*Stylodipus telum*) та сліпака піщаного (*Spalax arenarius*). Ареали цих унікальних, занесених до Червоної книги України, ссавців охоплюють невелику площу на лівобережжі Дніпра і простягаються неширокою смугою від Нової Каховки на сході до Кінбурнської стрілки включно на заході. Значні бої відбуваються на території НПП «Олешківські піски», де зазначені рідкісні види є домінуючими серед гризунів.

Великого негативного впливу зазнали угруповання благородного оленя, європейської лані та європейського муфлона, які мешкали на острові Джарилгач. Після спрямованого засипання піском протоки, яка з'єднувала Чорне море з Джарилгацькою затокою, його територія стала доступною для танків та другої важкої техніки і була перетворена на російський військовий полігон. Звичайно, що, внаслідок проникнення значної кількості ворожих військових, частих вибухів та пострілів, заповідний режим Джарилгацького національного парку був суттєво порушений. Зараз можна лише здогадуватись про розмір негативного впливу російської армії на диких тварин та на рівень відтворення їх популяцій.

Дуже негативно вплинули росіяни на великих ссавців, осередки яких були створені українськими вченими на п-ові Бірючий (Азово-Сиваський НПП). Після захоплення його території російськими військами керівником зазначеного національного парку було призначено Євгена Поповчука, який раніше був міністром екології українського Криму, а потім – директором зазначеного українського заповідника. Треба зазначити, що Азово-Сиваський національний природний парк був підпорядкований Державному управлінню президента України, представники якого і більшість президентів неодноразово відвідувало його. І хоча зазначена людина організувала їх зустрічі, була у гарних відносинах з київськими чиновниками тощо, це не завадило їй скерувати спочатку знищення здичавілих свійських коней, кілька косяків яких мешкало на Бірючому, а потім організувати вилучення інших диких тварин. За відомостями місцевих жителів, що проживають у селі Степок та селищі Кирилівка, на острові регулярно проводили полювання на оленів та ланей, метою якого було:

- а) задоволення мисливського попиту московських гостей;
- б) заготівля м'яса для російської армії.

Висновки

Перевірити зазначені данні у наш час немає можливості, оскільки із захопленням території Азово-Сиваського НПП російськими окупантами, всі працівники, навіть ті, що прожили на острові більшу частину свого життя, були виселені за його межі. Натомість відомо, що у різні періоди 2022-2024 рр. стада оленів різного розміру траплялись біля с. Атманай Приазовського району Запорізької області, що неодноразово було зафіксовано місцевими жителями. Для цього зазначеним тваринам було необхідно подолати вправ Утлюцький лиман шириною 5-7 км, що неодноразово раніше мало місце за умов їх фізичного переслідування.

Під час тривалих боїв були дуже зруйновані Кременські ліси (Луганська область), які указом президента України від 10.09.2019 року № 678/2019 отримали статус національного природного парку. Вони є найбільшим природним масивом лісів на Сході України і визнані цінним осередком збере-

ження північних лісових видів рослин і тварин. НПП «Кремінські ліси» також входить до складу об'єктів Смарагдової мережі, на території якого збереглися об'єкти історико-археологічної та культурної спадщини України. Значних деформацій зазнали ландшафти Кривої коси (Азовське море), де знаходиться національний природний парк «Меотида», створений за указом Президента України № 1099/2009 від 25.12.2009 р. Він є одним із кількох знайдених в Україні місць мешкання вухатого їжака (*Eriaceus auritus*), занесеного до Червоної книги України (III категорія).

Значних негативних впливів зазнали тварини державних заказників, де були інтродуковані благородні («Коса Обитічна») та плямисті олені (Великоанадольський ліс), які стали місцями полювання російських окупантів.

Волох Анатолій Михайлович — д.б.н., професор, професор кафедри екології та землеустрою, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, Мелітополь (Україна), e-mail: volokh50@ukr.net.

Volokh Anatoliy M. — D.Sc., Professor, Professor of Department of Ecology and Land Management, Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University, Melitopol (Ukraine), e-mail: volokh50@ukr.net.

ECOLOGIZATION OF SOYBEAN CULTIVATION TECHNOLOGY ON DERNO-GLEYOZEM SOIL OF THE MALE POLISSYA

Lviv National Environmental University

Анотація

Вирощування високих врожаїв зерна сої в умовах пом'якшення клімату і розширення тривалості вегетаційного періоду на заході України в умовах Малоого Полісся потребує удосконалення системи удобрення цієї зернобобової культури, особливо азотними добривами. Соя – рослина, що здатна симбіотично фіксувати атмосферний азот, тому дозування хімічних добрив для неї має велике значення. Нітратні форми азоту можуть інгібувати утворення бульбочок на коренях та погіршувати асиміляцію азоту в ході фотосинтезу. Ми дослідили дві форми азотних добрив – амонійну селітру та сульфат амонію за їхнього внесення перед сівбою (N30) та у підживлення в фазі бутонізації. Для стабілізації утворення нітратів у ґрунті вносили інгібітор нітрифікації N-Lock™ (нітрапірін) в нормі 1,7 л/га перед сівбою. Інгібітор продовжує період вивільнення нітратів на 4-6 тижнів та забезпечує рослини від токсичного впливу на азот фіксатори, забезпечує вимивання нітратів у ґрунтові води та запобігає звітрюванню атмосфери закису азоту – парникового газу. Найбільша врожайність сої отримана за внесення сульфату амонію (N30) і нітрапірину перед сівбою з підживленням (N30) у фазі бутонізації – 3,9 т/га зерна.

Ключові слова: сульфат амонію, амонійна селітра, вилугування нітратів, звітрювання закису N, нітрапірін.

Abstract

The cultivation of high soybean grain yields in the context of climate moderation and the extension of the growing season in Western Ukraine, specifically in the Male Polissya region, requires the improvement of the fertilization system for this legume crop, particularly with nitrogen fertilizers. Soybean is a plant capable of symbiotically fixing atmospheric nitrogen, making the dosage of chemical fertilizers highly significant. Nitrate forms of nitrogen can inhibit the formation of nodules on roots and impair nitrogen assimilation during photosynthesis. We studied two forms of nitrogen fertilizers — ammonium nitrate and ammonium sulfate, when applied before sowing (N30) and as top dressing during the budding phase. To stabilize nitrate formation in the soil, the nitrification inhibitor N-Lock™ (nitrapyrin) was applied at a rate of 1.7 l/ha before sowing. The inhibitor prolongs the nitrate release period by 4-6 weeks, protecting plants from the toxic effects on nitrogen fixers, preventing nitrate leaching into groundwater, and reducing nitrous oxide emissions — a greenhouse gas, into the atmosphere. The highest soybean yield was obtained with the application of ammonium sulfate (N30) and nitrapyrin before sowing, with additional top dressing (N30) during the budding phase — 3.9 t/ha of grain.

Keywords: ammonium sulfate, ammonium nitrate, nitrate leaching, nitrous oxide emissions, nitrapyrin.

Introduction

As a crop with exceptional consumer and agronomic qualities, soybeans are increasingly attracting the attention of farmers. New early-maturing varieties with improved traits, the northward shift of warmer climates, and high productive potential have contributed to the introduction of this leguminous plant into the Male Polissya region of Western Ukraine. To fully utilize these qualities and advantages, experimental information is needed on how to adapt varieties to different ecological zones. Given the moderate and humid climate of Male Polissya, soybeans here benefit from an adequate rainfall and temperature regime. In these conditions, a good mineral nutrition background that is environmentally safe is crucial. Today, farmers are achieving yields of 2.0-3.0 t/ha of grain without significant expenditures on mineral fertilizers for soybeans, which partly supply themselves with nitrogen. Plant morphology size, number of pods per plant, and grain count — positively correlates with grain yield but is closely related to the plant's nitrogen supply.

Research results

Agricultural production in its modern form has largely developed through the exploitation of soils and exerts negative pressure on the environment [1]. However, without chemical inputs and sensible management of soil resources, it is impossible to provide food for humanity today [2].

Nitrogen is a critical nutrient for the optimal growth and yield of crops [3]. The invention of the Haber-Bosch process for the production of synthetic nitrogen fertilizer and its role in the "Green Revolution" of the 1960s cannot be overstated. It led to a rapid increase in crop yields worldwide. The annual global demand for synthetic nitrogen fertilizers continues to grow, driven by population growth and a global shift towards a protein-rich diet. The estimated global application of nitrogen-containing fertilizers in 2020 was 110 Mt (IFA, 2019). However, the energy-intensive Haber-Bosch process for producing synthetic nitrogen fertilizers consumes 2% of the world's fossil fuel energy reserves. This makes synthetic nitrogen fertilizers expensive to produce and represents a significant cost for grain producers [4], as well as a major challenge for maintaining high environmental quality.

Despite the importance of achieving high grain crop yields, the issue of large nitrogen fertilizer applications, particularly against the backdrop of low phosphorus and potassium levels, remains problematic. Elevated nitrogen application rates pose a risk of nitrate leaching through vertical and lateral water flows, which is particularly relevant for the Male Polissya region, where groundwater is often at a depth of just one meter. High doses of mineral nitrogen also increase the emission of nitrous oxide [6], a greenhouse gas.

In Western Ukraine, the use of nitrogen stabilizers in the soil is uncommon, and the import of industrial preparations is unstable. However, the challenge of growing high-yield crops under maximum nitrogen fertilization without nitrogen loss persists [7]. Nitrogen fertilizers play a crucial role in meeting the nutritional needs of soybeans and are the primary source of nutrients for protein formation and energy conversion. Statistics show that increased nitrogen fertilizer application has led to more than a 40% increase in global crop yields [8]. In some countries, from 1980 to 2010, the amount of nitrogen assimilated by crops in agriculture doubled, while nitrogen fertilizer application tripled. Nitrogen losses from fertilizers applied to the soil are initially estimated at 35-40% as NH_3 , with 10% lost as N_2O emissions at the second stage, and 15-25% of NO_3^- leached in well-moistened soils, such as those in the Male Polissya region.

Therefore, the study of nitrification inhibitors to prevent nitrogen losses has long been relevant and is considered economically efficient. According to B. Fuchs and N. Baumgartner [7], by slowing down the conversion of ammonium from fertilizers into nitrate, plants receive the necessary nitrogen supply in line with their needs for an extended period of 10-15 days. At the same time, the plant adapts to partially ammonium-based nutrition. Nitrification inhibitors are suitable for use on most soil types, making their application effective for significantly reducing nitrogen losses through various pathways [8].

According to V. Pavlenko [9], a summary of 239 experiments conducted in 25 countries confirms the positive impact of nitrification inhibitors on nitrogen conversion in the soil and the efficient use of nitrogen fertilizers. These inhibitors reduce losses through denitrification and nitrate leaching, improve nitrogen nutrition of crops, and increase their yield and product quality.

Nitrapyrin is produced in the form of the N-Lock™ product. The active substance is an organic compound with the formula $\text{C}_{15}\text{H}_{13}\text{NCCl}_3$. N-Lock™ is a widely used nitrification inhibitor in agriculture. It acts as a soil bactericide and has been in use since 1974. Nitrapyrin was reviewed by the EPA and was recognized as safe for use in 2005 [10].

Ukraine has actively engaged in the implementation of the European Council Directive 91/676/EEC of December 12, 1991, on the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources [11]. The Directive outlines a series of documents that should serve as guidelines across economic sectors, including the "Methodology for Determining Nitrate Vulnerable Zones" and the "Code of Good Agricultural Practices."

In the conditions of the Western Forest-Steppe and Male Polissya regions, there is no experience in applying mineral fertilization systems for soybeans using nitrogen stabilizers in the soil. Therefore, the issue of optimizing nitrogen nutrition for plants and preventing the loss of nitrogen compounds from agroecosystems remains relevant.

The aim of our research in the conditions of the Male Polissya was to investigate the effect of nitrapyrin, a nitrogen nitrification stabilizer, on the agrochemical properties of the soil, as well as the growth and development of soybeans against the background of different forms of mineral fertilizers.

The experiments were conducted on a field designated for experimentation at the "BIK AGRO" farm. Traditional agronomic methods were used in this study.

The experimental field has a derno-gley loamy soil. Before the experiments were established, the content of easily hydrolyzable nitrogen, determined by the Kornfield method, was at a medium level. The content of nitrate nitrogen (Nn) was determined potentiometrically using a nitrate ion-selective electrode in a salt extract of a 1% solution of alum-potassium alum at a soil-to-solution ratio of 1:2.5. The nitrate content in the soil, in mg/kg, was found based on the pNO₃ value. The intensity of annual nitrous oxide emissions from the soil (EN₂O, kg/ha) was calculated using the formula proposed by A. F. Bouwman (1996) as presented in [6]. Nitrate reserves (ZN-NO₃, kg/ha) were calculated using the humus reserve calculation formula [6, 12] with conversion coefficients. The phosphorus content (P₂O₅) in the upper 20 cm layer was above average. The exchangeable potassium content was at a medium level.

The soybean cultivation technology used was traditional: plowing to a depth of 18–20 cm. The Mentor variety was grown. The nitrification inhibitor N-Lock™ was applied according to the experimental scheme at a rate of 1.7 l/ha. N-Lock™ – nitrapyrin completely decomposes in the soil [6].

Research conducted during 2022-2023 allowed us to make preliminary conclusions..

Conclusion

Elevated rates of nitrogen fertilizer application (N₃₀ before sowing + N₃₀ as top dressing during the budding phase) for soybeans, aimed at increasing grain yield, pose a threat of nitrogen loss in the form of nitrate through vertical leaching with moisture and in gaseous form through nitrous oxide emissions into the atmosphere. Both phenomena harm the natural environment by polluting water and saturating the atmosphere with greenhouse gases.

The use of the nitrogen stabilizer N-Lock™, which acts as a nitrification inhibitor in the soil, significantly reduces the concentration of nitrate ions in the 0-40 cm soil layer, thereby preventing the leaching of soluble nitrates into the subsoil and groundwater. The reduction in nitrate ion concentration limits the intensity of gaseous nitrogen release during the nitrification activity of the soil bacteriocenosis.

With an N₃₀ nitrogen rate in the form of ammonium nitrate without the use of nitrapyrin, soybean yield was the lowest compared to other nitrogen fertilization options. When using nitrapyrin and ammonium sulfate N₃₀, a high yield was achieved, and with additional N₃₀ top dressing, the highest average yield in the experiment was obtained during 2022-2023.

To achieve a soybean yield of 3.6-3.8 t/ha and maximize the efficiency of nitrogen mineral fertilizers, we recommend applying N₃₀P₆₀K₆₀ before sowing and N₃₀ during the budding phase, along with the nitrogen stabilizer nitrapyrin N-Lock™ at a rate of 1.7 l/ha before sowing. Among nitrogen fertilizer forms, ammonium sulfate is preferred over ammonium nitrate.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Lykhochvor, V., Hnativ, P., Petrichenko, V., et al. (2022b) Threat of degradation of agricultural land in Ukraine through a negative balance of nutritional elements in growing of field cultures. *Journal of Elementology*. 27(3), 695-707. DOI: 10.5601/jelem.2022.27.2.2290
2. Polovyy, V., Snitynskyy, V., Hnativ, P., et al. (2021) Agro-ecological efficiency of the system of crop fertilization with the use of phytomass residues in the Western Forest Steppe of Ukraine. *Journal of Elementology*. 26(3), 293–306. DOI: 10.5601/jelem.2021.26.1.2120
3. Chambers, B. J. & Dampney, P. M. R. (2009) Nitrogen efficiency and ammonia emissions from urea-based and ammonium nitrate fertilisers. *Proc Intl Fert Soc*. 657, 1–20.
4. Hege, U. & Offenberger, K. (2011) Effect of N fertilizer with nitrification inhibitors on winter wheat yield in German Bavarian State Research Center for Agriculture.. URL: <http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/mineralisch/09628/>
5. Fan, X., Yin, C., Chen, H., Ye, M., Zhao, Y., Li, T., Wakelin, S. A. & Liang, Y. (2019) The efficacy of 3,4-dimethylpyrazole phosphate on N₂O emissions is linked to niche differentiation of ammonia oxidizing archaea and bacteria across four arable soils. *Soil Biol. Biochem.*, 130: 82–93. doi.org/10.1016/j.soilbio.2018.11.027
6. Shestak, V. H. (2022) Znachennia fosforno-kaliinykh dobryv dlia dii azotu ta nitrapiryntu pry vyroshchuvanni yachmeniu ozymoho u Zakhidnomu Lisostepu. Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynyntstvo. 72(1), 105-134. doi: 10.32636/01308521.2022-(72)-1-8. (in Ukrainian).

7. Fuks, B & Baumhartner, N. (2020) Zastosuvannya stabilizatoriv azotnykh dobryv. Zhurnal Ahronom. URL: <https://www.agronom.com.ua/zastosuvannya-stabilizatoriv-azotnyh-dobryv/>. (in Ukrainian).
8. Ding, Y., Huang, X., Li, Y., Liu, H., Zhang, Q., Liu, X., Xu, J. & Di, H. (2021) Nitrate leaching losses mitigated with intercropping of deep-rooted and shallow-rooted plants. J. Soils Sediments, 21: 364–375. doi.org/10.1007/s11368-020-02733-w
9. Pavlenko, V. (2018) Vizmit vtraty azotu pid kontrol. Zeleni storinky. Diupon Ukraina, №2. URL: https://agromage.com/stat_id.php?id=991. (in Ukrainian).
10. Nitrogen Stabilizer Products that Must Be Registered under FIFRA. Substances excluded from the definition of a nitrogen stabilizer. (2022) U.S. Environmental Protection Agency. URL: <https://www.epa.gov/pesticide-registration/nitrogen-stabilizer-products-must-be-registered>
11. The implementation of the Nitrate Directive in Ukrainian. (2020). News. July 17 2020. URL: https://menr.gov.ua/news/35591.html?fbclid=IwAR1WcstOugFHeoyIRfk9o_Vi4z4weytSrjdqFswMIJ1TpbO8cbvG_YMzkto. (in Ukrainian).
12. Metodyka provedennia ahrokhimichnoi pasportyzatsii zemel silskohospodarskoho pryznachennia (2013). Za red. I. P. Yatsuka, S. A. Baliuka. K., 104 s.

Коцюба Богдан Ігорович – здобувач ступеня PhD, Львівський національний університет природокористування, Львів-Дубляни, bogdankotsuba@gmail.com.

Гнатів Петро Степанович – доктор біол. наук, професор, Львівський національний університет природокористування, Львів-Дубляни.

Іванюк Віктор Ярославович – кандидат с.-г. наук, доцент, Львівський національний університет природокористування, Львів-Дубляни.

Kotsyuba Bohdan Ihorovych — PhD student, Lviv National University of Natural Sciences, Lviv-Dubliany. e-mail: bogdankotsuba@gmail.com.

Hnativ Petro Stepanovych — D.Sc. in Biology, Professor, Professor of Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Lviv National University of Natural Sciences, Lviv-Dubliany.

Ivanyuk Viktor Yaroslavovych — PhD in Agricultural Science, associate professor, Lviv National University of Natural Sciences, Lviv-Dubliany.

ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВОДИ РІЧКИ ДНІСТЕР В МЕЖАХ НПП «ХОТИНСЬКИЙ»

Буковинський державний медичний університет

Анотація

Вивчено якість поверхневих вод басейну ріки Дністер в межах національного природного парку «Хотинський». Обґрунтовується необхідність використання мікробіологічних показників для моніторингу санітарно-екологічного стану річкової мережі.

Ключові слова: р. Дністер, поверхневі води, мікробіологічні показники, моніторингові дослідження, природоохоронні території.

Abstract

The quality of the surface waters of the Dniester River basin within the national nature park "Khotynskyi" was studied. The necessity of using microbiological indicators for monitoring the sanitary and ecological condition of the river network is substantiated.

Keywords: Dniester River, surface waters, microbiological indicators, monitoring studies, nature conservation areas.

Вступ

Незважаючи на те, що мікробіологічні показники фекального забруднення є одними з найважливіших параметрів для визначення якості води, використання даних показників для проведення моніторингових спостережень за станом поверхневих вод річкових басейнів України на даний час ще не набуло належного застосування. Нами вперше зроблено спробу започаткування моніторингових досліджень річки Дністер на основі аналізу мікробіологічного забруднення її вод.

Методика досліджень

В якості еталонної акваторії вибрано пункти спостереження в межах Національного природного парку «Хотинський» (НПП). Забір проб води для проведення аналізів здійснювався в напрямку проти течії, згідно стандартних методик, в шести пунктах акваторії р. Дністер від пункту №1 в районі с. Ожево (48°33'24.0" N; 27°28'18.8" E) і до пункту №6 в районі с. Рухотин (48°31'28.3" N; 26°11'56.1" E) впродовж берегової лінії території НПП. Було проведено дві експедиції у літній та осінній періоди 2023 року. Дослідження мікробіологічних показників проводилися в липні-серпні та листопаді грудні 2023 - січні-лютому 2024 року в лабораторії кафедри мікробіології Буковинського державного медичного університету відповідно до Угоди про співпрацю між Буковинським державним медичним університетом та НПП. Серед досліджених показників: загальне мікробне число (в тому числі кількість термофільних бактерій), колі-індекс та колі-титр. Лактозопозитивні кишкові палички, показники «колі-індекс» та «колі-титр» – широко використовують в якості індикатора можливого фекального забруднення [1]. Вважається, що питна вода безпечна в епідеміологічному відношенні, якщо колі-індекс становить ≤ 3 (3 кишкові палички в 1 л води) [2]. Класифікацію фекального та органічного забруднення поверхневих вод річки Дністер проводили згідно [3].

Результати досліджень

Отримані результати свідчать про зростання мікробіологічного забруднення вниз за течією р. Дністер в межах НПП «Хотинський». Особливо, це спостерігається в районі міста Хотин. Так, до

території міста Хотин (п.5) перевищення прийнятих Стандартів [4] становило 1,4 рази, а після міста (п.4) – 6 разів. Значне мікробіологічне забруднення води (в 4 рази) спостерігається також в районі дач с. Грушівці (п.2). Мінімальне значення (менше норми, 75 % від значення Стандарту) має місце в районі гирла річки Сурж (п.3), що може бути пояснено розбавленням та відносно безпечною системою водовідведення в районі населених пунктів (с. м. т. Кельменці, с. Ленківці та ін.), що знаходяться в басейні річки Сурж. Проведені дослідження вказують на значний рівень мікробіологічного забруднення вод р. Дністер в районах урбанізованих територій та місць антропогенного навантаження в межах НПП «Хотинський».

За період між двома зборами води літнім та осінньо-зимовим (близько 6 місяців) кількість бактерій групи кишкової палички зросла від 3,5 рази (верхня точка забору проб в районі с. Рухотин – пункт 6) до 10-20 раз (район с. Анадоли – пункт 4 , гирло річки Сурж – пункт 3). Таким чином за проміжок часу в шість місяців у всіх досліджених пунктах забору води показники мікробного забруднення зросли від 3,5 до 20 раз. При чому саме в пунктах 3 та 4, де зафіксовано максимальне зростання кількості БГКП, має місце максимальне зростання показника фекальних кишкових паличок. Максимальне зростання показників фекального забруднення акваторії р. Дністер в межах НПП «Хотинський» має місце в пунктах забору проб після м. Хотин (п.4 – Анадоли) та м. Кельменці (п.3 – гирло р. Сурж).

Отримані результати опрацьовано статистично.

Висновки

Враховуючи те, що в Україні запроваджуються європейські підходи щодо здійснення моніторингу вод [4, 5] відповідно до Directive 2006/7/EC, вважаємо за доцільне започаткувати проведення моніторингових досліджень санітарно-мікробіологічного стану р. Дністер в межах території природоохоронного об'єкту загальнодержавного значення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мікробіологічний контроль води в Україні: сучасні проблеми нормативно-методичної документації / З. А. Олійник, М. О. Росада, А. І. Міхійко та ін. *Вода: гігієна і екологія*, 2017, 1-4(5), 18-27. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/voda_2017_5_1-4_5.
2. Загальна гігієна: пропедевтика гігієни / Гончарук Є. Г., Кундієв Ю. І., Бардов В. Г. та ін.; За ред. Є.Г. Гончарука. К.: Вища школа, 1995. - 552 с.
3. Kavka G. G., Kasimir D., Farnleitner A. H. Microbiological water quality of the River Danube (km 2581 – km 15). *Longitudinal variation of pollution as determined by standard parameters. In Proceedings of the 36th International Conference of the IAD.* (Vienna – Klosterneuburg, 04. - 08. September 2006). Vienna, 2006. - P. 415–421.
4. Про затвердження Гігієнічних нормативів якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення. Наказ МОЗ України від 02.05.2022 № 721 *{Із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства охорони здоров'я №77 від 13.01.23}*
5. Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод. Постанова КМУ від 19 вересня 2018 р. №758 *{Із змінами, внесеними згідно з Постановами КМ № 1065 від 04.12.2019, №826 від 09.09.2020, №922 від 01.09.2021}*.

Масікевич Юрій Григорович – доктор біологічних наук, професор, професор кафедри фізіології імені Я. Д. Кіршенבלата, Буковинський державний медичний університет, Чернівці, e-mail: yumasik1957@bsmu.edu.ua

Масікевич Андрій Юрійович – доктор технічних наук, доцент, професор кафедри гігієни та екології, Буковинський державний медичний університет, Чернівці

Бурденюк Іван Павлович – канд. мед. наук, співробітник кафедри мікробіології та вірусології, Буковинський державний медичний університет

Masikevych Yuriy Gr. - Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the Department of Physiology named after Y. D. Kirshenblat, Bukovynian State Medical University, Chernivtsi, e-mail: yumasik1957@bsmu.edu.ua

Masikevych Andriy Yu. - Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Hygiene and Ecology, Bukovynian State Medical University, Chernivtsi

Burdenyuk Ivan P. - candidate. honey. of Sciences, employee of the Department of Microbiology and Virology, Bukovynian State Medical University

**А. С. Морозовська
О.М. Масюк**

ДОВОЄННИЙ ПРИРОДООХОРОННИЙ СТАН ФЛОРИ ВОЛНОВАСЬКОГО РАЙОНУ ДОНЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Анотація

Аналіз різноманіття рідкісних рослин Волноваського району Донецької області станом на 2022 рік, показав, що район знаходиться в критичних умовах техногенного пресингу, пов'язаним з війною, інтенсивним сільським господарством, гірничо-добувною промисловістю, якому необхідне відновлення та підтримка видів, що знаходяться під загрозою зникнення. Перелік 15 родовищ корисних копалин всієї Донецької області. Список рослин з «Червоної Книги Донецької області», включаючи «Великоанадольський» лісовий заказник, який був включений до Смарагдової Мережі Волноваського району (UA0000096). Оселища Резолюції № 4 Бернської конвенції, які були зазначені у базі даних Смарагдової мережі, як E1.2; G1.7. Критичний стан ґрунтів та рослин Волноваського району, викликаний затяжними військовими діями. Наразі, є 84 види рослин, які необхідно захистити їх повного зникнення, які відносять до 2 класів, 3 відділів, 23 порядків, 35 родин.

Ключові слова: *рідкісні рослини, Смарагдова Мережа, лісовий заказник «Великоанадольський», родовища корисних копалин, UA0000096.*

Abstract

The analysis of the diversity of rare plants in the Volnovakha district of Donetsk region as of 2022 showed that the area is under critical conditions of technogenic pressure related to the war, intensive agriculture, and mining, which requires the restoration and support of endangered species. A list of 15 mineral deposits in the entire Donetsk region. A list of plants from the Red Book of Donetsk region, including the Velykoanadolskyi forest reserve, which was included in the Emerald Network of Volnovakha district (UA0000096). Habitats of Resolution 4 of the Bern Convention, which were listed in the Emerald Network database as E1.2; G1.7. The critical condition of soils and plants in Volnovakha district caused by the long-lasting hostilities. Currently, there are 84 species of plants that need to be protected from extinction, which belong to 2 classes, 3 divisions, 23 orders, 35 families.

Keywords: *rare plants, the Emerald Network, the Velykoanadolskyi Forest Reserve, mineral deposits, UA0000096.*

Донецька область була збагачена різноманітними та рідкісними рослинами. Ця область найбільше постраждала від антропогенного впливу. Інтенсивний розвиток промисловості, сільського господарства, високий рівень урбанізації території [1, 4]. На кінець 2021 року сільськогосподарські угіддя області займали 77% від всієї території, зокрема рілля – 62,3% [7]. Існує 15 родовищ корисних копалин: Артемівське родовище кам'яної солі, Донецький вугільний басейн, Слов'янське родовище кам'яної солі, Новорайське родовище вогнетривких глин, Часовоярське родовище вогнетривких глин, Донецька ртутна провінція, Залізородні родовища Приазов'я, Катеринівське родовище лужних каолінів (Нікольський район), Мануїльське родовище каоліну, Микитівське родовище ртуті, Новоандріївське родовище каоліну, Передове родовище вогнетривких глин, Родовища і рудопрояви рідкісних металів Донецької області, Родовище первинних каолінів «Біла Балка», Трудове родовище цементної сировини. Сільське господарство та гірничо-добувна промисловість є головними галузями всієї Донецької області.

Наразі область перебуває у стані війни. Це деструктивно впливає на ґрунти та флору, які зазнають хімічної, фізичної та вогневої шкоди в наслідок обстрілів та руху важкої військової техніки. Тому актуальною проблемою регіону є збереження флори, яка перебуває під загрозою знищення [3].

Волноваський район знаходиться у південно-західній частині Донецької області. Характеризується степовою зоною. У Донецькій області практично всі ґрунти (понад 95 %) відносились до класу

техногеннозмінених [5]. Для ґрунтів були характерні: осередки забруднення важкими металами і нафтопродуктами; порушення кислотно-лужного балансу і фізико-механічних властивостей (знижена вологоємність, підвищена щільність ґрунту, кам'янистість); наявність включень будівельного і побутового сміття; низький вміст в ґрунтах поживних елементів, що пов'язано з інтенсивним техногенним навантаженням [5]. Це призвело до погіршення екологічних, санітарно-гігієнічних, біосферних функцій ландшафту. А зараз, ці ж самі ґрунти масово стають непридатними для будь-якого сільського господарства і життя багатьох диких рідкісних рослин.

У Волноваському районі був «Великоанадольський» лісовий заказник. Він мав загальнодержавне значення. До його складу входила також заповідне урочище «Маріупольська лісова дача» (61 га) та прилеглі території, які займали 68 га. Він входить до смарагдової мережі - код території UA0000096 [6]. Загальна площа була – 2672 га. Мішаний ліс був створений штучно В. Граффом, закладеним у 1864-1845 роках. Загалом налічувалось 600 видів рослин. Характеризувались ґрунтами, які відносились до середньогумусних чорноземів. Листяні породи складала 75 %, хвойні – 25 % [5]. На території були 4 ставки. В низовинах балки Кашлагач і між ставками були заболочені ділянки руслу. Оселища Резолюції № 4 Бернської конвенції, які були зазначені у базі даних Смарагдової мережі, як E1.2; G1.7 [6]. Види рослин Резолюції № 6 Бернської конвенції, зазначені у базі даних Смарагдової мережі UA0000096: P 1477 *Pulsatilla patens*; P 1516 *Aldrovanda vesiculosa*; P 4067 *Echium russicum*; P 4068 *Adenophora lilifolia*; P 4095 *Stipa zalesskii* [6]. Види рослин, що охоронялись Червоною книгою України, зазначені у базі даних Смарагдової мережі для UA0000096: *Fritillaria ruthenica* Wikstr; *Neottia nidusavis*; *Orchis laxiflora*; *Pulsatilla nigricans* [6]. «Великоанадольський» ліс зазнав масштабну пожежу та хімічне забруднення разом з фізичною деформацією ґрунтів в наслідок ракетних снарядів. Багато видів рослин постраждало. Наразі неможливо провести аналіз загальної шкоди, яка була завдана лісовому заказнику.

Хоча, Волноваський район досі є територію де можна знайти рослини, які знаходяться під особливою охороною, ці рослини можуть безслідно вимерти впродовж військових дій та антропогенних чинників.

За даними «Червоної книги Донецької області» за 2010 рік, судинних рослин налічувалось 1930 видів, серед яких 93 ендемічних і субендемічних [2]. До раритетної фракції відносили близько 18% загальної кількості видів, в тому числі 23, ймовірно зниклих [2].

Перелік червонокнижних видів рослин Волноваського району

Liliopsida. Порядок *Liliales*: родина *Colchicaceae*: *Bulbocodium versicolor* (Ker. Gawl.) Spreng. (*Colchicum versicolor* Ker. Gawl.); родина *Liliaceae*: *Tulipa gesneriana* L. (*T. schrenkii* Regel), *Tulipa graniticola* (Klokov et Zoz) Klokov (*T. ophiophylla* Klokov et Zoz subsp. *graniticola* Klokov et Zoz, *T. biebersteiniana* auct. non Schult. Et Schult. f., p.p.), *Tulipa ophiophylla* Klokov et Zoz (*T. biebersteiniana* auct. non Schult. & Schult. f., p.p.), *Tulipa quercetorum* Klokov et Zoz (*T. biebersteiniana* auct. non Schult. & Schult. f., p.p., *T. sylvestris* auct. non L., p.p.).

Порядок *Asparagales*: родина *Orchidaceae*: *Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch.; родина *Convallariaceae*: *Convallaria majalis* L.; родина *Iridaceae*: *Crocus reticulatus* Steven ex Adams.; родина *Hyacinthaceae*: *Hyacinthella pallasiana* (Steven) Losinsk. (*Hyacinthus pallasianus* Steven), *Ornithogalum boucheanum* (Kunth) Asch., *Ornithogalum fischerianum* Krasch.; родина *Amaryllidaceae*, підродина *Allioideae*: *Allium pervestitum* Klokov. Порядок *Poales*, родина *Poaceae*: *Elytrigia stipifolia* (Czern. ex Nevski) Nevski, *Stipa capillata* L., *Stipa dasyphylla* (Czern. ex Lindem.) Trautv. (*S. pulcherrima* K. Koch. *dasyphylla* (Czern.) Pacz., *S. pennata* L. *dasyphylla* (Czern.) Lindem.), *Stipa grafiana* Steven (*S. pulcherrima* K. Koch subsp. *grafiana* (Steven) Pacz., *S. pennata* L. β *grafiana* Lindem.), *Stipa graniticola* Klokov, *Stipa joannis* Čelak (*S. pennata* L.), *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr., *Stipa tirsia* Steven (*S. stenophylla* auct.), *Stipa ucrainica* P.A. Smirn. (*S. zalesskyi* Wilensky subsp. *ucrainica* (P.A. Smirn.) Tzvelev.), *Stipa zalesskii* Wilensky (*S. rubentiformis* P.A. Smirn.). Порядок *Alismatales*, родина *Araceae*: *Arum elongatum* Steven (*A. orientale* M. Bieb. subsp. *elongatum* (Steven) Engl.).

Magnoliopsida. Порядок *Lamiales*: родина *Lamiaceae*: *Acinos fominii* Des.-Shost., *Salvia stepposa* Des.-Shost. (*S. dumetorum* Andr. ex Besser, p.p.), *Teucrium chamaedrys* L., *Teucrium scordium* L., *Thymus pseudograniticus* Klokov et Des.-Shost;

родина *Veronicaceae*: *Chaenorhinum klokovii* Kotov (*Microrrhinum klokovii* (Kotov) F. Speta); родина *Scrophulariaceae*: *Scrophularia donetzica* Kotov. Порядок *Asterales*: родина *Campanulaceae*: *Adenophora lilifolia* (L.) Ledeb. ex A. DC., *Campanula trachelium* L.; родина *Asteraceae*: *Artemisia nutans* Wild. (*A.*

cretacea Kotov), *Centaurea ruthenica* Lam., *Centaurea taliewii* Kleopow, *Centaurea tanaitica* Klokov, *Inula helenium* L., *Leucanthemum vulgare* Lam. Порядок *Malvales*, родина *Malvaceae*: *Alcea heldreichii* (Boiss.) Boiss. Порядок *Rosales*, родина *Rosaceae*: *Amygdalus nana* L., *Crataegus ucrainica* Pojark, *Fragaria moschata* (Duchesne) Weston, *Rosa adenodonta* Dubovik (*R. balsamica* Besser). Порядок *Ranunculales*: родина *Ranunculaceae*: *Anemone sylvestris* L., *Chrysocyathus vernalis* (L.) Holub (*Adonis vernalis* L., *Adonanthe vernalis* (L.) Spach), *Chrysocyathus wolgensis* (Steven) Holub (*Adonis wolgensis* Steven, *A. wolgensis* Steven, orth.; *Adonanthe wolgensis* (Steven) Chrték et Sláviková), *Delphinium sergii* Wissjul. (*D. schmalhauseni* auct. non Albov), *Pulsatilla bohémica* (Scalycký) Tzvelev (*P. pratensis* (L.) Mill. subsp. *Bohémica* Scalický, *P. nigricans* Störck), *Ranunculus cassubicus* L.; родина *Papaveraceae*, підродина *Fumariaceae*: *Corydalis marschalliana* (Pall. ex Willd.) Pers. (*C. bulbosa* (L.) DC. subsp. *marschalliana* (Pers.) Chater, nom. inval., *C. cava* (L.) Schweigg. & Körte subsp. *marschalliana* (Pall. ex Willd.) Hayek, *Fumaria marschalliana* Pall. ex Willd., *Pistolochia marschalliana* (Pall.) Holub), *Corydalis solida* (L.) Clairv. (*C. bulbosa* (L.) DC., nom. rej., *C. halleri* (Willd.) Willd., *C. bulbosa* (L.) DC. subsp. *solida* (Clairv) Chater, nom. inval., *Fumaria bulbosa* L. var. *solida* L., *Pistolochia solida* (L.) Bernh.). Порядок *Piperales*, родина *Aristolochiaceae*: *Asarum europaeum* L. Порядок *Fabales*, родина *Fabaceae*: *Astragalus ponticus* Pall., *Astragalus pubiflorus* DC. (*A. exacapus* L. subsp. *Pubiflorus* (DC.) Soó), *Calophaca wolgarica* (L. f.) DC., *Caragana scythica* (Kom.) Pojark. (*C. grandiflora* (M. Bieb.) DC. subsp. *scythica* Kom., *Genista scythica* Pacz. (*G. albida* Willd.), *Hedysarum grandiflorum* Pall. Порядок *Caryophyllales*, родина *Caryophyllaceae*: *Cerastium pseudobulgaricum* Klokov (*C. gracile* auct. Non Dufour), *Dianthus elongatus* C.A. Mey. (*D. lanceolatus* auct. non Steven ex Rchb.), *Dianthus pallidiflorus* Ser. (*D. maeoticus* Klokov), *Otites donetzica* (Kleopow) Klokov (*Silene donetzica* Kleopow), *Otites hellmannii* (Claus) Klokov (*O. graniticola* Klokov, *Silene hellmannii* Claus), *Paronychia cephalotes* (M. Bieb.) Besser. Порядок *Brassicales*, родина *Brassicaceae*: *Crambe aspera* M. Bieb., *Crambe tatarica* Sebeók, *Erysimum krynkense* Lavrenko (*Acachmena krynkensis* (Lavrenko) H.P. Fuchs). Порядок *Boraginales*, родина *Boraginaceae*: *Echium russicum* J.F. Gmel (*E. rubrum* Jacq., *E. maculatum* L.), *Omphalodes scorpioides* (Haenke) Schrank, *Onosma tanaiticum* Klokov. Порядок *Geraniales*, родина *Geraniaceae*: *Erodium beketowii* Schmalh. Порядок *Malpighiales*, родина *Euphorbiaceae*: *Euphorbia cretophila* Klokov (*E. petrophila* auct. non C.A. Mey., p.p.). Порядок *Sapindales*, родина *Rutaceae*: *Haplophyllum ciliatum* Griseb. Порядок *Saxifragales*, родина *Paeoniaceae*: *Paeonia tenuifolia* L. (*P. biebersteiniana* Rupr., *P. lithophila* Kotov, *P. tenuifolia* L. subsp. *Biebersteiniana* (Rupr.) Takht.). Порядок *Solanales*, родина *Solanaceae*: *Physalis alkekengi* L. Порядок *Gentianales*: родина *Asclepiadaceae*: *Vincetoxicum intermedium* Taliev (*Antitoxicum intermedium* (Taliev) Pobed.), *Vincetoxicum maeoticum* (Kleopow) Barbar. (*Cynanchum maeoticum* Kleopow, *Antitoxicum maeoticum* (Kleopow) Pobed.), *Vincetoxicum rossicum* (Kleopow) Barbar. (*Cynanchum rossicum* (Kleopow) Pobed.); родина *Gentianaceae*: *Gentiana cruciate* L.

Pinophyta. Порядок *Ephedrales*, родина *Ephedraceae*: *Ephedra distachya* L.

Polypodiophyta. Порядок *Polypodiales*: родина *Aspleniaceae*: *Asplenium septentrionale* (L.) Hoffm.; підпорядок *Aspleniineae*, Родина *Cystopteridaceae*: *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh. (*C. filix-fragilis* auct., *Polypodium fragile* L.); підпорядок *Polypodiineae*, Родина *Dryopteridaceae*: *Dryopteris carthusiana* (Vill.) H.P. Fuchs (*D. spinulosa* (Sw.) D. Watt., *D. euspinulosa* (Diels) Fomin, nom. illeg., *Polypodium carthusianum* Vill.).

Equisetophyta. Порядок *Equisetales*, родина *Equisetaceae*: *Equisetum telmateia* Ehrh. (*E. majus* Garsault) [8].

Таким чином проаналізувавши різноманіття рідкісних рослин Волноваського району Донецької області станом на 2022 рік, виявлено що район знаходиться критичних умовах техногенного пресингу, пов'язаним з війною, інтенсивним сільським господарством, гірничо-добувною промисловістю, якому необхідне відновлення та підтримка видів, що знаходяться під загрозою зникнення. «Великоанадольський» лісовий заказник мав загальнодержавне значення, як головної заповідної зони всього району. На його території були виділені 2 оселища Резолюції № 4 Бернської конвенції: E1.2; G1.7; включені 5 видів рослин Резолюції № 6 Бернської конвенції та охоронялись 4 види рослин з «Червоної книги України». З 382 видів рослин, які перебували під особливою охороною в Донецькій області, у Волноваському районі зафіксовані 84 види. Вони відносяться до 2 класів, 3 відділів, 23 порядків, 35 родин. Затяжні військові дії руйнують оселища, що не дає змоги відновленню та захисту рідкісні види рослин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Масюк О. М., Новіцький Р. О., Листопадський М. А., Махіна В. О. Техногенні ландшафтні утворення на породних відвалах шахт як рефугіуми для раритетних видів рослин і тварин. Український журнал природничих наук 2023, № 4, С. 160-176.
2. Червона книга Донецької області: рослинний світ (рослини, що підлягають охороні в Донецькій області)/ Під загальною ред. В.М. Остапка - Донецьк: Вид-во «Новая печать», 2010 - 432 с.
3. Masiuk, O. M., Novitskyi, R. O., Ganzha, D. S., Listopadskyi, M. A., Makhina, V. O. Findings of rare plants and animals in the eastern part of the Emerald Network object "SamarSKIY Lis – UA0000212". *Agrology*, (2021) 4(1), 47-53.
4. Novitskyi, R.O., Masiuk, O.M., Napich, H.V., Pavlychenko, A.V., Kovalenko, V.V. Assessment of coal mining impact on the geocological transformation of the Emerald network ecosystem. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2023, (6): 107 – 112.
5. Кондратенко А. Ф., Іноземцева О. М./ Нікітченко Т. А., Антоньев Федір / збірник тез доповідей Першої міжнародної науково–практичної конференції «Екологія Донбасу: уроки історії та виклики сьогодення», 10–11 жовтня 2017 р. / ДонНУ імені Василя Стуса. – Вінниця, ТОВ «Нілан – ЛТД», 2017. – 26, 40 с.
6. Смарагдова мережа Донецької області / Василюк О.В., та ін. — Харків: ПРАТ «Харківська книжкова фабрика «Глобус», 2018. — 104 с.
7. Максименко Н. В., Балюк С. А., Кучер А. В., Пересадько В. А. Регіональні відмінності ґрунтів України для оцінки вартості екосистемних послуг // *Укр. геогр. журн.* 2022. № 2. С. 19–31. DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2022.02.019>.
8. Морозовська А. С., Масюк О. М. Стан червонокнижних рослин Волноваського району Донецької області / Регіональні проблеми охорони довкілля та збалансованого природокористування: матеріали Міжнародної наукової конференції за участю молодих науковців. Одеса: ОДЕКУ, 2024. 154-157 с.

Морозовська Аліна Сергіївна – студентка групи БЕ-23-1, факультет біології та екології, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро, e-mail: mrzvsk00@gmail.com.

Науковий керівник: **Масюк Олександр Миколайович**, кандидат біологічних наук, доцент, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро.

Alina Morozovska - student; Faculty of Biology and Ecology, Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro. e-mail: mrzvsk00@gmail.com.

Supervisor: **Oleksandr Masyuk**, Candidate of Biological Sciences, Docent, Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro.

ПЕДОТРАНСФЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НА ВОДОЗБОРАХ МАЛИХ ВОДОТОКІВ В КОНТЕКСТІ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ТА ДІАГНОСТИКИ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ (ЗЕМЕЛЬ) В УКРАЇНІ

¹Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

²Лабораторія моніторингу вод Західного регіону Дністровського Басейнового управління водних ресурсів

Анотація

Розглянуто перспективи застосування педотрансферних функцій (ПТФ) та педотрансферного моделювання (ПТМ) як інструменту для розвитку та удосконалення системи екологічного моніторингу забруднення ґрунтового покриву на землях різного цільового призначення в Україні.

Ключові слова: педотрансферні функції, екологічний моніторинг, дифузійне забруднення, діагностика забруднення, малі водотоки.

Abstract

Prospects for the use of pedotransfer functions (PTF) and pedotransfer modeling (PTM) as a tool for the development and improvement of the system of environmental monitoring of soil pollution on lands of various purposes in Ukraine are considered.

Keywords: pedotransfer functions, environmental monitoring, diffuse pollution, pollution diagnostics, small watercourses.

Функції педотрансферу по суті є емпіричними залежностями, які оцінюють необхідні, але недоступні (тобто не вимірні) властивості ґрунту на основі наявних властивостей ґрунту. Ці функції, форми яких були встановлені в науковій літературі, відкалібровані для конкретної досліджуваної території методом найменших квадратів і відповідають піднабору «доступних» (тобто безпосередньо вимірних) даних про ґрунт [1].

Не прямій оцінці гідравлічних властивостей ґрунту за основними властивостями приділено значну увагу в літературі. Для цілей контролю та керування міграцією сільськогосподарських хімікатів з ґрунтів у інші середовища (поверхневі та ґрунтові води), вчені розробили комп'ютерні моделі різного рівня складності, що описують як вода та розчинені речовини рухаються в ненасиченій зоні. Застосування педотрансферних моделей (ПТМ) до транспортних задач польового масштабу вимагає великої кількості параметрів моделі, особливо гідравлічних властивостей ґрунту. Зростає потреба в більш ефективних і точних методах оцінки відповідних параметрів моделі.

В Україні перспективність ПТМ підкреслюють науковці в галузі агрономічного ґрунтознавства наприклад: Медведєв В. В., Пліско І. В.[2] оскільки педотрансферні функції (ПТФ) є цілком визначеним набором фундаментальних, базових конструкцій та властивостей ґрунту, які визначають усі інші властивості та функції. За ними розраховують ґрунтово-гідрологічні константи, фізико-механічні і технологічні властивості, міграцію вологи й речовин, оцінюють можливості ґрунтів формувати мікро- та макроструктуру.

Для екологічних цілей ПТФ та ПТМ може стати надпотужним інструментом для розвитку та удосконалення системи екологічного моніторингу забруднення ґрунтового покриву на землях різного призначення в Україні. ПТМ відіграє важливу роль у наданні можливості політикам, планувальникам водозборів та менеджерам приймати відповідні рішення відповідно до сталого управління ресурсами водозбору. Зокрема на шляху до розвитку та удосконалення державної системи екологічного моніторингу ґрунтів (земель) в частині діагностики та оцінки рівнів забруднення та пов'язаних екосистемних ризиків варто застосовувати комплексну розширену екологічну оптику на вирішення

цих завдань. Наприклад у взаємозалежній системі «якість ґрунту - якість води» саме забруднений ґрунтовий шар поверхні землі виступає наймасштабнішим потенційним джерелом дифузійного впливу на контактні середовища: ґрунтові та поверхневі води. Дифузійне забруднення масивів поверхневих та підземних вод важко оцінювати та контролювати, оскільки воно не спричинене місцем скиду, яке легко ідентифікувати та виправити а виникає внаслідок численних взаємодій між гідрологічним циклом та землекористуванням. Саме тут можуть бути застосовані широкі можливості ПТМ, що дозволить раціонально використовувати час і ресурси в процесі реалізації державної екологічної політики. Зважаючи на те, що управління дифузним забрудненням від сільськогосподарських угідь вимагає просторово чіткої оцінки ризиків, яка може бути застосована на великих площах, що актуально для України, то основними компонентами таких оцінок є точне визначення мережі чутливих до транспорту забруднення зон. Науковці Великобританії та Північної Ірландії в рамках наукового супроводу картографування мережі каналів національного масштабу з високою роздільною здатністю для управління дифузним забрудненням за чутливі зони обирають невеликі канали та струмки [3].

Оскільки потоки низького рівня (струмки, водотоки) домінують у річковому ландшафті то саме вони сприяють функціонуванню, здоров'ю та біорізноманіттю всієї річкової мережі, а наземні надходження забруднюючих речовин сильно впливають на них. Вони найтісніше контактують та взаємодіють з дифузними джерелами через надто малу роль руслових коридорів, часто видозмінені (спрямлені) русла, що супроводжувалось закладанням дренажної мережі.

В умовах України де спостерігається катастрофічна розораність земель і не вистачає природних територій, що пом'якшують несприятливі антропогенні впливи [4] частка дифузного забруднення масивів поверхневих та підземних вод незахищеної зони може виявитися критично високою в перспективі. Таким чином гостро і нагально стоїть потреба розробки сучасного процедурно-аналітичного забезпечення, інструментів та засобів високоточної діагностики забруднення для широкого спектру ксенобіотиків із застосуванням потенціалу ПТФ та ПТМ для покривання великих територій в різних ландшафтних умовах та за різним характером землекористування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Vieira, S. R., Reynolds, W. D., De Jong, R., Topp, G. C., & Clemente, R. (1997). Mapping Groundwater Pollution Risk within an Agricultural Watershed Using Modeling, Geostatistics and GIS. In Proceedings of the International Conference on Geo-Information for Sustainable Land Management (SLM).

2. Ґрунтові ресурси України: збалансоване використання, прогноз та управління : [монографія] / Нац. акад. аграр. наук України, Нац. наук. центр "Ін-т ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського" ; за наук. ред. С. А. Балюк, М. М. Мірошніченко, Р. С. Трускавецький. – Харків : Бровін О. В., 2020. – 451 с. : іл., табл., карти.

3. Service, T., Cassidy, R., Atcheson, K., Farrow, L., Harrison, T., Jack, P., & Jordan, P. (2024). A national-scale high-resolution runoff risk and channel network mapping workflow for diffuse pollution management. *Journal of Environmental Management*, 368, 122110. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.122110>

4. Бурковський Олексій. Земельна політика як ключовий та невід'ємний елемент екологічної політики України. Аналітична доповідь. – Київ ; Чернівці : Друк Арт, 2022. – 52 с. – (Серія: «Conservation Biology in Ukraine». – Вип. 27).

Микуцей Михайло Тарасович — аспірант кафедри екології групи А-101-23, факультет природничих наук, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу; провідний хімік сектору хроматографічних випробувань Лабораторії моніторингу вод Західного регіону Дністровського БУВР, Івано-Франківськ, e-mail: mmtecoif@gmail.com

Mykytsei Mykhailo Tarasovych — graduate student of the Department of Ecology, Group A-101-23, Faculty of Natural Sciences, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas; leading chemist of the chromatographic testing sector of the Water Monitoring Laboratory of the Western Dniester basin management of water resources, Ivano-Frankivsk, e-mail: mmtecoif@gmail.com

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ ЛІЗИМЕТРИЧНИХ ЕФЕКТІВ У РОЗРОБЦІ НОВИХ ІНСТРУМЕНТАЛЬНО-ЛАБОРАТОРНИХ ТА ПРОЦЕДУРНО-АНАЛІТИЧНИХ ПІДХОДІВ ДО ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ТА ДІАГНОСТИКИ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ В УКРАЇНІ НА ПРИНЦИПАХ ПРИРОДНИХ ЗВ'ЯЗКІВ У ДОВКІЛЛІ

¹Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

²Лабораторія моніторингу вод Західного регіону Дністровського Басейнового управління водних ресурсів

Анотація

Запропоновано підсистемні напрямки застосування лізиметричних ефектів в контексті розвитку та впровадження нових методів та підходів в системі екологічної діагностики та моніторингу забруднення ґрунтів в Україні.

Ключові слова: лізиметр, конструкційне рішення, польові експерименти, діагностика ґрунту, фільтраційно-сорбційне моделювання.

Abstract

Subsystem directions of application of lysimetric effects in the context of development and implementation of new methods and approaches in the system of environmental diagnostics and monitoring of soil pollution in Ukraine are proposed.

Keywords: lysimeter, design solution, field experiments, soil diagnostics, filtration and sorption modeling.

Термін «лізиметр» є поєднанням грецьких слів «lusis», що означає розчин, і «metron», що означає міра. Лізиметр - це пристрій, який ізолює об'єм ґрунту або землі між поверхнею ґрунту і заданою глибиною і включає в свою основу перколюючу систему відбору проб води. У загальному випадку лізиметр складається з ємності, наповненої ґрунтом, і механізму для збору і кількісної оцінки кількості води, що накопичується на дні (DVWK, 1980). DIN 4049-3 (1994). Німецький промисловий стандарт визначає лізиметр як пристрій для збору просочуваної води для балансу маси та розчиненої речовини щодо ґрунту, материнської породи, рослинності, місцевого клімату та інших умов місця. Лізиметри мають довгу історію розвитку, і були прийняті різні конструкції [1].

Лізиметри широко використовуються як інструменти для вивчення характеру та ступеня вилуговування різноманітних сполук з ґрунту: пестицидів, металів, стійких органічних забруднювачів, фармацевтичних препаратів та ін. як в природних так і в штучних (модельних) умовах. Наприклад: для вивчення вилуговування гербіцидів та їх метаболітів у лізиметрах, заповнених ґрунтами із залізничних колій де ці гербіциди були використані (Ігнац Дж. Бюрге, та Рой Кастіл Томас Пойгер, Швейцарія, 2024 р)[2]; стійкість і вилуговування пер- та поліфторалкільних речовин (ПФАС), які зазвичай присутні в твердих біологічних речовинах і викликають занепокоєння щодо вимивання у ґрунтові води та поглинання рослинами (Лінда Пітер, Махса Модірі-Гарехверан та ін., США 2024 р.) [3] Іншими науковцями з Австралії, які працювали з цими забруднюючими речовинами зазначено, що порова вода в зонах випаровування ґрунту є інтегратором фундаментальних процесів, що регулюють транспортування та розподіл (ПФАС) при їх переміщенні із зон джерела до ґрунтових вод. В цьому аспекті вдосконалюються наприклад всмоктуючі лізиметри як метод для отримання надійних і репрезентативних зразків порової води, для інформування про вилуговування PFAS і для моніторингу підходів до виправлення [4].

Розробка та використання лізиметрів різних конструкцій та лізиметричних ефектів може знайти ширше застосування в Україні, зокрема в процесі розвитку та удосконалення аналітичного напрямку діагностики та моніторингу стану ґрунтів (земель) в різних ландшафтно-специфічних умовах та моделях землекористування з характерним навантаженням та характером забруднення.

Використання таких інструментів та їхніх ефектів у діагностиці та моніторингу забруднення ґрунтів може бути об'єднане у 3 основні підсистеми:

1) Конструкційні рішення для стаціонарних польових систем, що відповідають розмірам лізіметрів, які широко використовуються для вивчення хімічної долі токсикантів у великих (польових) масштабах і розташовані за межами лабораторного середовища. Їхнє призначення в рамках розвитку системи моніторингу земель - збір аналітичних даних у реальних умовах функціонування екосистем і ландшафтних комплексів, без втручання в ґрунтове середовище, яке є чутливим парабіотичним комплексом.

2) Конструкційні рішення для стаціонарних лабораторних систем, що відповідають розмірам лізіметрів, які можуть бути використані науково-дослідними та лабораторно-аналітичними центрами для первинного вивчення і моделювання поведінки ксенобіотиків різних груп та хімічних класів в спрощених (швидко керованих) модельних умовах.

3) Конструкційні рішення для портативних систем неруйнівного вилучення ґрунтових зразків з екосистеми та доставлення в лабораторію, для швидкого вивчення характеру забруднення ґрунту шляхом переведення в рідку матрицю з використанням лізіметричного ефекту та подальшого її аналізу із застосуванням розповсюджених аналітичних методів інструментального аналізу: газової хромато-мас-спектрометрії, високоефективної рідинної хромато-мас спектрометрії, часопротітної мас-спектрометрії для цілей скринінгу, та ін. Ціль даної підсистеми — швидка діагностика територій у великих масштабах.

Перехресне опрацювання результатів, що надійшли від 3-х зазначених підсистем дозволить підвищити точність фільтраційно-сорбційного моделювання, наприклад при підготовці та апробації педотрансферних моделей для цілей реалізації моніторингу забруднення ґрунтів (земель), надати обґрунтовану науково-експертну оцінку екосистемних ризиків, пов'язаних з міжсередовищним трансфером забруднюючих речовин, підвищити ефективність всієї системи державного екологічного моніторингу та державної екологічної політики в Україні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Fank, J. (2011). Lysimeters: A Tool for Measurements of Soil Fluxes. In: Gliński, J., Horabik, J., Lipiec, J. (eds) Encyclopedia of Agrophysics. Encyclopedia of Earth Sciences Series. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-90-481-3585-1_85

2. Buerge, I. J., Kasteel, R., & Poiger, T. (2024). Leaching of herbicides and their metabolites in lysimeters filled with soils from railway tracks. Science of the Total Environment, 909, 168396. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168396>

3. Peter, L., Modiri-Gharehveran, M., Alvarez-Campos, O., Evanylo, G. K., & Lee, L. S. (2024). PFAS fate using lysimeters during degraded soil reclamation using biosolids. <https://doi.org/10.1002/jeq2.20576>

4. Peter, L., Modiri-Gharehveran, M., Alvarez-Campos, O., Evanylo, G. K., & Lee, L. S. (2024). PFAS fate using lysimeters during degraded soil reclamation using biosolids. <https://doi.org/10.1111/gwmmr.12670>

Мицицей Михайло Тарасович — аспірант кафедри екології групи А-101-23, факультет природничих наук, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу; провідний хімік сектору хроматографічних випробувань Лабораторії моніторингу вод Західного регіону Дністровського БУВР, Івано-Франківськ, e-mail: mmtecoif@gmail.com

Mykytsei Mykhailo Tarasovych — graduate student of the Department of Ecology, Group A-101-23, Faculty of Natural Sciences, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas; leading chemist of the chromatographic testing sector of the Water Monitoring Laboratory of the Western Dniester basin management of water resources, Ivano-Frankivsk, e-mail: mmtecoif@gmail.com

МОНІТОРИНГ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД У МЕЖАХ МІСТА МИКОЛАЄВА

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Анотація

Проведено моніторингові дослідження якості поверхневих вод Бузького лиману у межах міста Миколаєва. Визначено перевищення показників мінералізації, лужності, жорсткості. Показано динаміку та закономірності зміни означених показників у часі і просторі.

Ключові слова: поверхневі води, якість води, мінералізація.

Abstract

Monitoring studies of the quality of surface waters of the Bug estuary within the city of Mykolaiv were carried out. The excess of mineralization, alkalinity, and hardness was determined. The dynamics and regularities of changes in these indicators in time and space are shown.

Keywords: surface waters, water quality, mineralization.

Вступ

Нині, якість поверхневих вод, які є джерелом питної води для 80% населення України, є незадовільним і характеризується підвищеним вмістом антропогенних забруднювачів, а підземні води, як правило, характеризуються підвищеною жорсткістю, мінералізацією, а також наднормативним вмістом органічних речовин тощо. За інформацією МОЗ, у 2021 році питома вага досліджених проб води, які походять від джерел централізованого водопостачання населення не відповідали нормам за санітарно-хімічними показниками – 18,6%, а за мікробіологічними – 19,6%. Означена проблема також посилюється за рахунок використання морально застарілого технологічного обладнання у процесі водопідготовки та збройними діями на території України. Водна проблема є актуальною й для міста Миколаєва, яке під час російсько-української війни залишилось без сталої системи централізованого водопостачання. До того водні екосистеми потерпають від збройних конфліктів в результаті попадання токсичних отруйних речовин [1].

Мета: оцінювання стану поверхневих вод в акваторії міста Миколаєва.

Об'єкти дослідження: поверхневі води Бузького лиману у межах міста Миколаєва.

Предмет дослідження: гідрохімічні показники якості води.

Методи дослідження: Фотометричний метод визначення показників якості води за допомогою догвохвильової фотометричної системи eXact Strip Micro 20. Математичні методи охоплюють статистичну обробку даних, метод середніх величин при визначенні рівня забруднення поверхневих вод, графічне відбиття даних задля якісного наочно-го оцінювання результатів з використанням програмного продукту MS Excel.

Дослідження проводилось у співпраці з управлінням екології та природних ресурсів Миколаївської обласної військової адміністрації за підтримки Програми розвитку ООН.

Результати дослідження

Результати дослідження якості поверхневих вод відбувалось по пунктах спостережень: СТ «Лазурне», Веснянської територіальної громади, Миколаївського р-ну, Миколаївської області; Нижня Набережна, м. Миколаїв; Яхт-клуб, м. Миколаїв; мкр. Намив, м. Миколаїв.

Графік рис. 1 показує зміну мінералізації води упродовж різних місяців. Спостерігається загальна тенденція до зниження мінералізації від початку спостережень до квітня, з незначними коливаннями в січні-березні. У травні мінералізація різко зростає. Кореляція між часом і мінералізацією є

негативною в період з листопада до квітня, але спостерігається суттєве підвищення у травні. Це може свідчити про природні зміни водного об'єкту, які впливають на концентрацію розчинених речовин у воді. Значення ймовірності значущості p -value становить 0,004, що свідчить про статистично значущу кореляцію. Прийнято нульову гіпотезу (H_0), що припускає відсутність про відсутність кореляції між мінералізацією і порою року. Визначено p -value ≤ 0.05 , що означає, що результат є статистично значущим і дозволяє відкинути нульову гіпотезу. Отже, існує чітка залежність між порою року та мінералізацією води: з настанням весни мінералізація знижується, а восени спостерігається її підвищення.

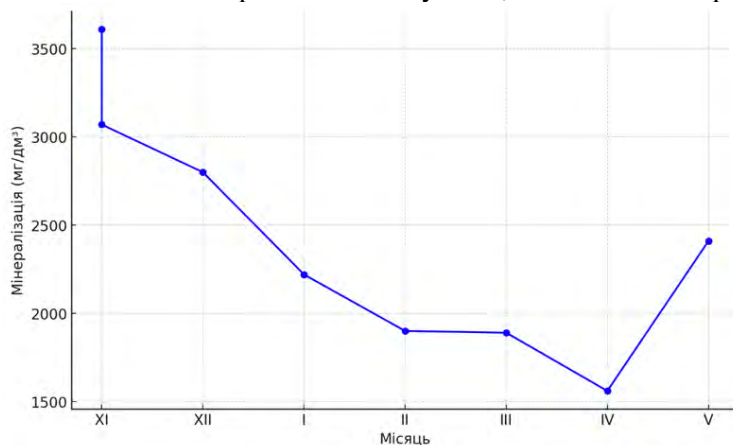


Рис. 1. Динаміка мінералізації води упродовж листопада 2023 – травень 2024 років (Нижня Набережна, м. Миколаїв).

Спостерігається зростання лужності з грудня до березня, після чого в квітні відбувається різке падіння, а в травні знову підвищується. Це може бути пов'язано з сезонними процесами або зовнішніми впливами, які впливають на хімічний склад води. Лужність в місяцях листопада та грудня тримається на відносно стабільному рівні. Суттєве зростання лужності спостерігається в зимові місяці (січень та лютий), що може бути пов'язано із зниженням температури та меншим перемішуванням води. Незвичайне падіння в квітні може свідчити про зміну водообміну, можливе скидання води, або вплив інших факторів. P -value для кореляційної залежності лужності від часу становить приблизно 0,274. Це значення є досить високим, що вказує на відсутність статистично значущої кореляції між лужністю та часом (місяцями). Зміни лужності, ймовірно, не мають лінійної залежності від часу, а, загалом, лужність має хвилеподібну залежність з піковими значеннями на початку весни.

Висновки

Відповідно даним моніторингу поверхневих вод у межах міста Миколаєва по пунктам спостережень, можна констатувати, що рівень рН стабільний, варіюється від 7,5 до 7,9, що відповідає нормі (6,5–8,5); жорсткість значно підвищує норми; рівень сульфатів варіюється від 140 до 590 мг/дм³, що є у межах норми, мають місце поодинокі перевищення; концентрація фосфатів в основному відповідає нормі, але показує коливання; спостерігаються поодинокі перевищення нітратів. Рівень нітритів низький та відповідає нормі; рівень заліза незначно коливається, залишаючись в межах норми. Значення мінералізації, жорсткості і лужності значно перевищують норми, мають тенденцію до зниження в зимові місяці з піковими значеннями восени, а потім різко знижуються у квітні, що пов'язане з природними змінами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мац А.Д., Смирнов В.М., Мітрясова О.П. Світова практика нормативів якості поверхневих вод для господарсько-побутових потреб : Збірник тез XVIII Міжнародної наукової конференції «Радіаційна і техногенно-екологічна безпека людини та довкілля: стан, шляхи і заходи покращення» [«Ольвійський форум – 2024: стратегії країн Причорноморського регіону в геополітичному просторі»] (м. Миколаїв, 20–23 червня 2024 р.) / Чорноморський національний університет імені Петра Могили. – Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2024. С. 192–195..

Мац Андрій Дмитрович — аспірант кафедри екології Чорноморського національного університету імені Петра Могили, м. Миколаїв, e-mail: andrejmac3@gmail.com

Мітрясова Олена Петрівна — д-р. пед.н., професор, професор кафедри екології Чорноморського національного університету імені Петра Могили, м. Миколаїв, e-mail: eco-terra@ukr.net ;

Смирнов Віктор Миколайович — к.геолог.н., доцент, доцент, доцент кафедри екології Чорноморського національного університету імені Петра Могили, м. Миколаїв, e-mail: yvsmirmov79@gmail.com

Mats Andrii D., PhD student, Ecology Department, Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolayiv, e-mail: andrejmac3@gmail.com

Mitryasova Olena P., DSc., Professor, Professor of the Ecology Department, Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolayiv, e-mail: eco-terra@ukr.net ;

Smyrnov Viktor M., Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Ecology, Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv, e-mail: yvsmirmov79@gmail.com

АДАПТАЦІЯ ІНТРОДУКОВАНИХ СОРТІВ ЛОХИНИ ЩИТКОВОЇ В СТЕПОВИХ УМОВАХ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Анотація.

У статті розглянуто перспективи вирощування лохини щиткової (*Vaccinium corymbosum* L.) в умовах степової зони Дніпропетровської області. Описано основні агротехнічні вимоги для успішного культивування цієї культури, зокрема вибір придатних сортів, підготовка ґрунту, зрошення та захист від шкідників. Особлива увага приділяється адаптації інтродукованих сортів лохини до місцевих кліматичних умов. Підкреслено важливість лохини як нішевої культури для внутрішнього ринку України та можливостей її експорту. Результати досліджень демонструють потенціал високої врожайності та рентабельності цієї культури для агропромислового сектору регіону

Ключові слова: лохина щиткова, нішеві культури, інтродуковані сорти, агротехнічні вимоги, адаптація до степових умов, біоекологічні особливості, Дніпропетровська область, врожайність, ягідництво, агропромисловий сектор, рентабельність, комерційне вирощування, кислі ґрунти, кліматичні умови.

Abstract.

The article discusses the prospects of cultivating highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) in the steppe zone of the Dnipropetrovsk region. The main agronomic requirements for the successful cultivation of this crop are described, including the selection of suitable varieties, soil preparation, irrigation, and pest control. Special attention is paid to the adaptation of introduced blueberry varieties to local climatic conditions. The importance of blueberry as a niche crop for the domestic market of Ukraine and its export potential is highlighted. The research results demonstrate the high yield potential and profitability of this crop for the region's agro-industrial sector.

Keywords: highbush blueberry, niche crops, introduced varieties, agronomic requirements, adaptation to steppe conditions, bioecological characteristics, Dnipropetrovsk region, yield, berry farming, agro-industrial sector, profitability, commercial cultivation, acidic soils, climatic conditions

Для успішного розвитку на внутрішньому та інтеграції на ринках Європейського Союзу велике значення мають нішеві культури. Серед переваг їх вирощування можна відзначити високу ціну реалізації та високу рентабельність бізнесу при низькій конкуренції та великому ринку збуту. Серед ризиків слід зазначити вищу собівартість виробництва порівняно з вирощуванням традиційних сільськогосподарських культур, обмежену ліквідність ринку, відсутність прозорих стандартів якості та специфічні технології їх культивування. Тенденцію до зростання популярності мають такі види, як лохина, полуниця, малина, ожина, обліпиха, хурма, жимолость та інші, які відносяться до ягідної групи нішевих рослин. Кожній такій культурі притаманні специфічні агротехнології, завдяки яким створюються такі оптимальні ґрунтово-екологічні умови, які відповідають біологічним особливостям та екологічним потребам культивованих рослин [1, 2, 3].

Лохина щиткова (*Vaccinium corymbosum* L.), є перспективною культурою для комерційного вирощування у багатьох країнах світу завдяки її високим смаковим яkostям, корисним властивостям та комерційній привабливості. Попит на лохину щиткову в Україні та на міжнародних ринках постійно зростає, що зумовлює необхідність її інтеграції у вітчизняне сільське господарство [4].

Проте вирощування лохини в степових умовах потребує детального дослідження, зокрема адаптації різних сортів до місцевих умов, ґрунтових характеристик і агротехнічних вимог. У Дніпропетровській області кліматичні умови значно відрізняються від тих, у яких традиційно вирощують лохину щиткову. Це вимагає проведення досліджень для визначення найбільш придатних сортів, які зможуть не лише прижитися, але й забезпечувати високі врожаї [5].

Метою даного дослідження є вивчення біоекологічних особливостей інтродукованих сортів лохини щиткової, їхніх адаптаційних можливостей до степових умов Дніпропетровської області, а також впливу місцевих ґрунтових і кліматичних факторів на продуктивність та якість плодів.

Адаптація нових сортів лохини щиткової до степових умов Дніпропетровської області має важливе значення для розвитку ягідництва в регіоні. Сучасні тенденції в сільському господарстві свідчать про необхідність використання інноваційних підходів до вирощування культур, що потребують специфічних умов. Завдяки високій популяції та рентабельності лохина може стати перспективною культурою для місцевих фермерів, що зумовлює важливість вивчення її адаптаційних можливостей.

Лохина щиткова відзначається високою чутливістю до умов вирощування, зокрема ґрунтово-кліматичних факторів, що ускладнює її широке впровадження. Для успішного вирощування лохини щиткової потрібні специфічні агротехнічні умови, включаючи кислі ґрунти (рН 3,8-4,8), багаті на органічні речовини, добре аеровані та зі стабільним рівнем вологості. Оптимальне місце для вирощування лохини щиткової – це площа, на якій до цього не вирощували культурні садові рослини. Також не можна висаджувати лохину щиткову на заболочених ґрунтах [6].

Існує кілька інтродукованих сортів лохини щиткової американської та канадської селекції, які можуть адаптуватися до українських умов. Серед них особливо перспективними для вирощування в умовах України є такі сорти, як Нортблю, Норткантрі, Нортланд, Нортскай, Патріот, Блюгольд, Дюк, Река, Стенлі, Берклі, Блюджей, Дарроу, Джерсі, Нельсон, Нуї, Пембертон, Пуру, Торо, Хардіблю, Ранкокас, Спартан, Елізабет, Елліот, Блюкроп, Санрайс, Ерліблюба інші. Сортів багато, однак для закладання промислових плантацій слід вибирати лише занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Це переважно сорти канадської і американської селекції. До Державного Реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2024 рік, є 52 сорти Лохини щиткової, що найбільш повно відповідають умовам України [7].

Кожен із цих сортів має свої унікальні характеристики та вимоги до умов вирощування, що робить важливим правильний підбір сортів для конкретних степових умов Дніпропетровської області. Ці сорти мають різні терміни дозрівання, що дозволяє вирощувати продукцію впродовж тривалого періоду збору врожаю, а також знижує ризики втрат урожаю через несприятливі погодні умови.

Дніпропетровська область розташована у степовій зоні України з помірно континентальним кліматом. Характерними особливостями клімату є порівняно м'яка зима з незначними опадами та спекотне літо, що супроводжується періодичними посухами. Річна кількість опадів становить у середньому 450-550 мм, більшість яких припадає на теплий період року. Кліматичні умови Дніпропетровської області можуть створювати певні труднощі для вирощування лохини, зокрема через ризики заморозків у період цвітіння та нестачу вологи під час активного росту плодів. Однак, правильний вибір сортів та належна агротехніка можуть забезпечити успішне культивування цієї культури [8].

Для успішного вирощування чорниці високорослої в умовах Дніпропетровської області необхідно враховувати кілька важливих агротехнічних аспектів. Основні заходи включають:

Підготовка ґрунту. Для вирощування лохини потрібен ґрунт із кислою реакцією середовища, тому підготовка ґрунту включає внесення кислих матеріалів. Важливо також забезпечити достатній рівень аерації ґрунту та створити відповідні умови для відведення надлишкової вологи, щоб уникнути заболочення [9, 10].

Полив. Лохина потребує регулярного поливу, особливо в періоди засухи, що характерні для клімату Дніпропетровської області. Для збереження стабільної вологості ґрунту можна використовувати системи крапельного зрошення, що дозволяє економно використовувати воду та забезпечувати рівномірне зволоження кореневої системи.

Мульчування. Мульчування рослин за допомогою органічних матеріалів, таких як соснова кора чи тирса, допомагає утримувати вологу в ґрунті, знижує ризик перегріву кореневої системи у спекотні дні, а також сприяє підтримці оптимальної кислотності ґрунту [11].

Обрізка кущів. Для забезпечення хорошого освітлення та підвищення врожайності лохини необхідно проводити регулярну обрізку кущів. Обрізка також допомагає підтримувати рослину в здоровому стані, запобігаючи розвитку хвороб та пошкоджень.

Захист від шкідників та хвороб. Лохина щиткова схильна до впливу шкідників і хвороб, таких як сіра гниль, гусінь і кліщі. Для забезпечення високої якості плодів необхідно проводити профілактичні заходи та використовувати біологічні чи хімічні засоби захисту рослин.

Адаптація інтродукованих сортів лохини щиткової до нових умов вирощування є тривалим процесом, що включає вивчення фізіологічних реакцій рослин на зміни клімату та ґрунтових умов.

Кожен сорт має свої особливості щодо адаптації до змін у температурному режимі, вологості, кислотності ґрунту та наявності поживних речовин [12].

На експериментальній ділянці було висаджено 650 кущів лохини щиткової з 8 сортів, а саме ранній сорт Дюк 400 шт., середні сорти достигання: Торо 25 шт., Спартан 25 шт., Бонус 25 шт., Чендлер 50 шт., Блюголд 50 шт., Блю Кроп 50 шт., та пізнім Нельсон 25 шт. Ці сорти були вибрані для експерименту через їхні різні періоди дозрівання, що дозволяє вивчити врожайність і якість плодів у різний період дозрівання. Проаналізувавши літературні данні, ми дійшли до висновку, що данні сорти демонструють стабільні врожаї та стійкість до зовнішніх факторів, таких як посуха, хвороби та заморозки, що важливо для досліджень агротехнічних показників. Вони мають високу товарність плодів, яка включає великі розміри, гарний смак і довгий період зберігання, що робить їх привабливими для ринку. Крім того, сорти мають різні характеристики росту та потребують різних умов догляду, що забезпечує різноманітність у досліджуваних параметрах. Такий підбір сортів дозволяє оцінити їх продуктивність у різних кліматичних і ґрунтових умовах.

Дюк (Duke): Висота куща: 1,2-1,8 м; Пагоноутворення: слабке, що сприяє гарному освітленню та знижує витрати на обрізку. Час достигання: друга декада липня. Урожайність: 6-8 кг з куща. Розмір плодів: великі, діаметром 17-20 мм, щільні, світло-блакитні. Смак: підвищується після охолодження, використовується для реалізації у свіжому вигляді. Стійкість: квітки стійкі до весняних заморозків, пагони — до зимових морозів. Збір врожаю: максимально в три етапи, вручну і механізовано. Вимоги до ґрунту: рослина потребує добре дренованого ґрунту.

Торо (Toro): Висота куща: 1,8-2 м. Час достигання: початок серпня. Урожайність: регулярно висока. Розмір плодів: середнього розміру, мають красивий колір та добрий смак. Смак: плоди використовуються для свіжого ринку або промислової переробки. Стійкість: схожий за характеристиками до сорту Блюкроп. Збір врожаю: вручну і механізовано. Декоративність: має гарний декоративний вигляд, рекомендований як супутній до сорту Блюкроп.

Спартан (Spartan): Висота куща: 1,5-2 м. Час достигання: друга декада серпня. Урожайність: 4,5-6 кг з куща. Розмір плодів: великі, діаметром 16-18 мм, тільки з третього збору можуть бути менші. Смак: плоди світло-блакитні, з приємним ароматом і кислуватим смаком, підходять для реалізації у свіжому вигляді. Стійкість: чутливий до рН ґрунту та перезволоження. Збір врожаю: вручну і механізовано. Декоративність: має високі декоративні якості.

Бонус (Bonus): Висота куща: 1,52-1,82 м. Час цвітіння: квітень-травень, залежно від погодних умов. Урожайність: 3,6-5,4 кг з дорослого куща. Розмір плодів: великі, стабільна врожайність. Стійкість: невибагливий до умов вирощування, кущ може жити до 30 років за ідеальних умов. Особливості: розлогий багатостовбуровий кущ, добре переносить обрізку, але найкраще виглядає без неї. Декоративність: листя змінює колір на жовтий, помаранчевий і червоний восени.

Чендлер (Chandler): Висота куща: 1,5 м. Час достигання: початок серпня — середина вересня (30-45 днів). Урожайність: висока, плодоношення регулярне. Розмір плодів: дуже великі, понад 20 мм у діаметрі, масою близько 2 г. Смак: високі смакові якості, плоди використовуються для свіжого ринку та промислової переробки. Збір врожаю: вручну і механізовано. Особливості: тривалий період достигання.

Блюгольд (Bluegold): Висота куща: 1,2-1,5 м. Час достигання: середина липня. Урожайність: 4,5-7 кг з куща. Розмір плодів: середнього розміру, світло-блакитні, щільні з маленьким рубчиком. Смак: добрий смак, ягоди довго зберігаються та добре транспортуються, використовуються для свіжого ринку або заморожування. Збір врожаю: вручну і механізовано. Особливості: плоди мають подовжений термін зберігання.

Блюкроп (Bluecrop): Висота куща: 1,6-2,2 м. Час достигання: початок серпня. Урожайність: 6-9 кг з куща. Розмір плодів: великі, 18-20 мм у діаметрі, масою 1,5-2,5 г. Смак: кисло-солодкий зі слабким ароматом, плоди використовуються для промислової переробки та заморожування. Стійкість: стійкий до хвороб, посухи, заморозків (витримує до -7 °C у період цвітіння). Збір врожаю: вручну і механізовано, плоди зберігаються 30-60 днів. Особливості: найпоширеніший сорт у Європі та світі, займає понад 60% площ промислових насаджень.

Нельсон (Nelson): Висота куща: 1,2-1,8 м. Час достигання: друга декада серпня. Урожайність: 6,5-9 кг з куща. Розмір плодів: великі, 18-20 мм у діаметрі, щільні з маленьким рубчиком. Смак: плоди використовуються у свіжому вигляді, для переробки та заморожування. Стійкість: сорт холодостійкий, добре переносить низькі температури. Збір врожаю: вручну і механізовано. Декоративність: сорт має високі декоративні властивості, підходить для поодиноких посадок [13].

Проведене дослідження показало, що вирощування лохини щиткової в Дніпропетровській області є перспективним напрямком для розвитку агропромислового сектору. Використання інтродукованих сортів лохини, таких як Дюк, Блюкроп, Блюголд, Чандлер, Бонус, Сартан, Торо та Нельсон, дозволяє отримувати стабільні врожаї високоякісної продукції в умовах, які не є типовими для традиційного вирощування цієї культури. Врожайність цих сортів знаходиться у діапазоні 8-12 т/га в залежності від цільового призначення сорту.

Адаптація лохини щиткової до степових умов Дніпропетровської області можлива за умови правильного вибору сортів, проведення ретельних агротехнічних заходів та використання сучасних методів догляду за рослинами.

Кожен із досліджуваних сортів має свої унікальні характеристики та потреби, які необхідно враховувати під час планування промислових насаджень.

Лохина щиткова може стати важливою культурою для регіону, забезпечуючи як внутрішній ринок, так і можливості для експорту. Правильна інтеграція цієї культури в аграрний сектор сприятиме розвитку ягідництва, підвищенню рентабельності фермерських господарств та забезпеченню населення якісною та корисною продукцією.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Masyuk O. M. Analysis of the plants' tops productivity of the fast-growing tree plantations cultivated on common chernozems // *Visnik Dnipropetrovs'kogo Universitetu: Seriâ Biologiâ, Ekologiâ*, Vol 15, Iss 1, 2007 – P. 95-102
2. Масюк А. Н. Влияние мощности отсыпки рекультивированного эдафотопы на структуру и продуктивность древостоя облепихи крушиновидной в условиях степи Украины // *Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель*. 2007 – С. 464-477
3. Масюк О. М. Просторовий розподіл кореневої системи обліпихи крушиновидної на різних варіантах рекультивації порідних відвалів Західного Донбасу // *Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель*. – 2016 – Вип. 45. – С. 81-87
4. Мігура В. В., Масюк О. М. Фенологічні фази росту та розвитку чорниці високорослої в агрокліматичних умовах Дніпропетровської області/ Геоботанічні, ґрунтові та екологічні дослідження лісових біогеоценозів степової зони: історія, сучасність, перспективи: Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 95-річчю з дня народження чл.-кор. НАН України, д.б.н., професора А. П. Травлеєва. – Дніпро: Ліра, 2024. – С. 84-86.
5. Masyuk O. M. Analysis of the plants' tops productivity of the fast-growing tree plantations cultivated on common chernozems // *Visnik Dnipropetrovs'kogo Universitetu: Seriâ Biologiâ, Ekologiâ*, Vol 15, Iss 1, 2007 – P. 95-102
6. Балабак А.Ф., Пиж'янова А.А., Дмитрієв В.І. Чорниця високоросла (*Vacciniumcorymbosum*L.): біологічні особливості, інтродукція, сорти, технологія розмноження і виробництва. – К.: КТ «Забеліна-Фільковстка Т.С. і компанія Київстка нотна фабрика». 2017 – С. 30, 45-46
7. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні – офіційні дані про зареєстровані сорти рослин, зокрема чорниці високорослої. Режим доступу: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin>
8. Клименко П.В. "Агрокліматичні ресурси південно-східної України", Наукові записки Українського гідрометеорологічного інституту. 2017 – 94 с.
9. Романчук Надія. Готуємо поле до нових плантацій лохини. *Ягідник*. 2019. № 2. С. 44–47.
10. Павленко Н., Тарасов К., Медведчук П. Агротехнічні заходи для підтримання кислотності ґрунту при вирощуванні лохини щиткової в степовій зоні. *Аграрні перспективи*, № 8 С. 56-65.
11. Масюк О. М. Реакція обліпихових насаджень на зміну потужності відсыпки рекультивованого едафотопу // *Наук. вісник Чернівецького університету. Біологія*. Вип. 416. Чернівці, 2008 – С. 134-138
12. Балабак А.Ф. Представники роду *Vaccinium* L. Та видове їх різноманіття / А.Ф. Балабак, В.В. Поліщук, А.А. Пиж'янова// *Зб. наук. пр. Уманського НУС: Сільськогосподарські науки*. – Умань, Вип. 88. – Ч. 1. 2016 – 209-210 с.
13. Андрусів Б.М. Вирощуймо чорницю: наукове видання / Б.М. Андрусів; Наукове товариство ім. Шевченка. – Львів: Вид. Нац. ун-ту «Львівська політехніка». 2017 – 110 с.

Мігура Віктор Вікторович – аспірант, кафедри геоботаніки, ґрунтознавства та екології, біолого – екологічний факультет, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро. e-mail: v.migura1992@gmil.com

Масюк Олександр Миколайович – кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри геоботаніки, ґрунтознавства та екології, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро. e-mail: almas63636@gmail.com

Victor Viktorovych Mihura – PhD student, Department of Geobotany, Soil Science and Ecology, Faculty of Biology and Ecology, Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro. Email: v.migura1992@gmail.com

Oleksandr Mykolayovych Masyuk – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Geobotany, Soil Science and Ecology, Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro. e-mail: almas63636@gmail.com

ВОДНА БЕЗПЕКА ПІВДЕННО-СХІДНИХ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВІЙНИ

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро

Анотація. Розглянуті питання втрати та повоєнного відновлення екосистемних сервісів водних ресурсів України (водопостачання, зрошення, рибальство) у контексті їх сталого розвитку, захисту і збереження.

Ключові слова: водна безпека, водні ресурси, водні об'єкти, екосистемні сервіси.

Abstract. Issues of loss and post-war recovery of key ecosystem services of water resources of Ukraine (water supply, irrigation, fisheries) in the context of their sustainable development, protection and conservation.

Keywords: water safety, water resources, water objects, ecosystem services.

Водні ресурси є фундаментальною основою для соціально-економічного розвитку цивілізацій і держав протягом всієї історії людства. На сьогодні вода відіграє ключову роль у досягненні стратегічних цілей сталого розвитку, проголошених ООН. Від початку широкомасштабної війни розвинена мережа гідротехнічних споруд (ГТС) на українській території активно використовується військовими як елементи логістичного зв'язку, стратегічного стримування супротивника та є важливим джерелом у забезпеченні життєдіяльності підконтрольних регіонів. Внаслідок стрімкої зміни лінії фронту зруйновано значну кількість ГТС (греблі, дамби, канали, водогони, насосні станції тощо) на водоймах різного призначення. Гідроєкосистеми і економіка України зазнали значного негативного впливу. Бойові дії обмежили доступ до питної води понад 5 млн. людей. Масштабність усіх катастроф за їх сукупністю, як злочин перед природою, вже охарактеризовано поняттям «екоцид».

Прикладами втрат стратегічно важливих об'єктів водогосподарського комплексу України є руйнування гребель (гідровузлів) і повне, або часткове спустошення Карлівського, Оскільського, Печенізького, Карачунівського, Каховського водосховищ. Є пошкодження інфраструктури систем водопостачання і водовідведення у містах Маріуполь, Бахмут, Миколаїв, Харків, Чернігів та в інших населених пунктах. Зупинили або частково припинили роботу магістральні канали для забезпечення водою великих зрошувальних систем (ЗС) на півдні України: Каховська ЗС, Північно-Рогачицька ЗС, канали Дніпро-Донбас, Дніпро-Кривий Ріг, Північно-Кримський та ін. Внаслідок активної фази бойових дій відбувається забруднення багатьох річок та водойм через руйнування/знищення техніки, витоків паливно-мастильних матеріалів, хімічних речовин від боєприпасів тощо.

Процеси відновлення та розвитку територій і регіонів, постраждалих від воєнних дій, неможливі без забезпечення їх водними ресурсами. На сьогодні Україна має один з найнижчих показників водозабезпечення серед країн Європи. За показником внутрішніх відновних водних ресурсів на 1 людину ($1,2 \cdot 10^3$ м³/людину/рік) Україна посідає 37 місце серед 50 країн Європи. За прогнозами вчених стрімкі кліматичні зміни та надмірне техногенне навантаження на водні екосистеми річок можуть призвести до дефіциту та навіть імпорту прісної води у деяких регіонах України вже до 2050 року.

Найважливішими екосистемними послугами (ЕП) водосховищ України, як складних техноприродних водойм, є накопичення/утримання води для різних потреб. Водопостачання і водовідведення – це ключові ЕП для добробуту людей та функціонування різних галузей економіки. Можливість регулювання стоку забезпечує роботу гідроенергетики, сприяє розвитку і функціонуванню ще однієї послуги – судноплавства. Важливими є багато інших екосистемних послуг, наприклад: зрошення, рибальство, рекреація та екотуризм, підтримка біорізноманіття, самоочищення. У басейні Дніпра, крім зупиненої Чорнобильської атомної електростанції, діють також Запорізька (у зоні ризику), Південно-Українська, Хмельницька, Рівненська, Курська та Смоленська АЕС. Тут розташована значна кількість накопичувачів відходів та хвостосховищ, що обґрунтовує важливість екосистемної послуги з накопичення забруднюючих речовин, в т.ч. й радіоактивних.

Іхтіокомплекс дніпровських водосховищ та їх притоків у південно-східних регіонах України нараховує близько 40 видів риб, серед яких 20 є цінними для промислу, а об'єктами любительського рибальства є 34 види. Інститутом рибного господарства НААН України у 2022 році підраховано та визначено запаси водних біоресурсів у Каховському водосховищі на 2023 рік, які склали 11390 т риби та 23 т раків. Внаслідок знищення Каховського водосховища прямі збитки рибному господарству

України сягають близько 25 млн. доларів США. За даними *I. Ю. Бузевича*, збитки рибному господарству від втрати потомства складають понад 9 мільярдів гривень (~242 млн. доларів США).

За попередніми оцінками, знадобиться близько 10 років та понад 1–1,5 млрд. доларів США на відновлення ГТС і Каховського водосховища. Відзначимо парадокс того, що ані природа, ані суспільство не чекатиме тривалий час. Екосистеми зневоднених територій почнуть поступову трансформацію і пристосування до нових умов існування, що, в черговий раз за останні 70 років призведе до масштабних якісних змін техноприродних ландшафтів. Вчені-екологи вже наголошують на черговій втраті великої кількості рідкісних видів рослин і тварин.

Суспільство під вимушеним тиском заміни технологічного укладу та прагненням до фінансового благополуччя шукатиме альтернативу зрошуваному землеробству на цих територіях. Тому необхідно передбачити нові технології та способи зрошення. За відсутності потрібної кількості водних ресурсів на півдні України та неможливості виконувати класичне зрошення дощуванням, перевагу варто віддавати сучасним водо- та енергозаощадливим технологіям та способам мікрозрошення.

Для південно-східних регіонів України альтернативою втрати джерела водопостачання та зрошення із Каховського водосховища може бути використання водозаборів із підземних джерел та додаткове залучення водних ресурсів Дунаю. Питання відновлення греблі Каховської ГЕС і повторного заповнення Каховського водосховища залишається відкритим. Науковці та політичні діячі України продовжують вести дискусії з двох нагальних питань: *по-перше* – чи відроджувати водосховище шляхом відбудови греблі ГЕС у його колишніх розмірах та об'ємі; *по-друге* – чи залишити річковий режим для пониззя Дніпра, не затоплюючи водою територію у понад 2 тис. км²?

З одного боку, втрата екосистеми водосховища – це загроза водопостачанню міст і селищ, промисловості, судноплавству, зрошенню, рибальству, рекреації; з іншого – втрата величезних площ землі і потенційних сільськогосподарських, лісових та заплавних угідь, які охороняються в структурі *Emerald Network*. Більшість країн ЄС практично не будують нових та вже тривалий час демонтують греблі й спускають значно менші водосховища через їхню екологічну недоцільність. Натомість, на думку багатьох експертів, для України перспективнішим виглядає питання відновлення *Великого Лугу* (заплавні землі пониззя річки Дніпро до зарегулювання). Цей масштабний природоохоронний проект цілком реально перетворити на загальноєвропейський. Враховуючи, що до 2030 року ЄС планує відновити природність 25 тис. км річок, науковці та урядовці країн ЄС можуть бути зацікавленими у реалізації наймасштабнішого відновлення природних екосистем в Європі – *відновлення Великого Лугу*.

Прогноз і моделювання подальшої ситуації ускладнюється непередбачуваністю багатьох природних, антропогенних та, як не прикро, найголовніше, – геополітичних факторів. Необхідний розгляд вигідних альтернативних сценаріїв та пошук ефективних еколого-економічних рішень щодо задоволення наявних потреб держави і населення. На нашу думку [1], нова концепція водної безпеки та стратегії України повинні базуватись на всеохоплюючому законодавчому полі збереження, відновлення та раціонального використання водних ресурсів й природних ландшафтів на землях водного фонду. Ліквідація наслідків воєнних дій для водних екосистем України потребує у подальшому злагодженої та гармонійної роботи фахівців екологічного, водогосподарського, гідротехнічного, рибогосподарського, економічного та інших профілів. На прикладі російсько-української війни перед науковцями України й світу постає унікальна можливість для наукових досліджень та організації комплексного моніторингу, оцінок та розробки проектів для мінімізації і недопущення ризиків впливу воєнних конфліктів на водні екосистеми у майбутньому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Hapich, H., Novitskyi, R., Onopriienko, D., Dent, D. & Roubik, H. (2024). Water security consequences of the Russia-Ukraine war and the post-war outlook. *Water Security* 21, 100167. <https://doi.org/10.1016/j.wasec.2024.100167>

Ганіч Геннадій Васильович – к. т. н., доцент кафедри цивільної інженерії, технологій будівництва і захисту довкілля.

Онопрієнко Дмитро Михайлович – к. с.-г. наук, професор кафедри цивільної інженерії, технологій будівництва і захисту довкілля.

Новіцький Роман Олександрович – д. б. н., професор, завідувач кафедри водних біоресурсів та аквакультури.

Hapich Hennadii Vasyliovych – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Civil Engineering, Construction Technologies and Environmental Protection.

Onopriienko Dmytro Mykhailovych - Candidate of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Civil Engineering, Construction Technologies and Environmental Protection.

Novitskyi Roman Oleksandrovysh - Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture.

ПРОСТОРОВИЙ АНАЛІЗ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В ІВАНО-ФРАНКІВСЬКІЙ ОТГ З ВИКОРИСТАННЯМ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Анотація

У результаті оцінки якості та стану атмосферного повітря Івано-Франківської об'єднаної територіальної громади, за допомогою геоінформаційних програмних забезпечень, було створено карти розподілу пилу, метану, діоксиду сірки та діоксиду вуглецю. Це дозволило візуалізувати просторовий розподіл цих забруднюючих речовин на досліджуваній території.

Ключові слова: забруднення атмосферного повітря, викиди шкідливих речовин, екологічне картування.

Abstract

As a result of the assessment of the quality and condition of the atmospheric air of the Ivano-Frankivsk United Territorial Community, maps of the distribution of dust, methane, sulfur dioxide and carbon dioxide were created with the help of Geographic Information Systems. This made it possible to visualize the spatial distribution of these pollutants in the studied area.

Keywords: atmospheric air pollution, emissions of harmful substances, ecological mapping.

Вступ

Забруднення атмосферного повітря є однією з найгостріших екологічних проблем сучасності, яка безпосередньо впливає на якість життя людей та стабільність екосистем. Викиди шкідливих речовин у повітря призводять до погіршення здоров'я населення, підвищуючи ризик розвитку респіраторних та серцево-судинних захворювань. Крім того, забруднення повітря сприяє зміні клімату, порушуючи природні процеси та рівновагу в навколишньому середовищі. Особливо небезпечним є тривалий вплив на екосистеми, який може викликати незворотні зміни у біорізноманітті та функціонуванні природних ландшафтів [1, 2].

Метою нашого дослідження є комплексна оцінка якості атмосферного повітря Івано-Франківської об'єднаної територіальної громади, вивчення просторового розподілу забруднюючих речовин та створення на основі даних векторних карт з концентрацією різних забрудників [3-5]. Ці карти дозволять візуалізувати просторовий розподіл забруднюючих речовин та чітко бачити, які райони ОТГ є найбільш забрудненими.

Результати дослідження

Івано-Франківська об'єднана територіальна громада – це район в Україні, в Івано-Франківській області. Площа ОТГ становить 265,7 км², а населення – понад 300 000 осіб. У складі громади 1 місто та 18 сіл. Івано-Франківськ є одним із найвідоміших економічних, культурних та промислових центрів Карпатського регіону. ОТГ активно розвивається, що призводить до зростання викидів забруднюючих речовин в навколишнє середовище. Враховуючи це, ми вирішили дослідити забруднення атмосферного повітря обраної території на концентрацію пилу, метану, діоксиду сірки та діоксиду вуглецю [6-9].

Карту Івано-Франківської ОТГ було створено за допомогою програмного забезпечення CorelDRAW та представлено на рис.1.

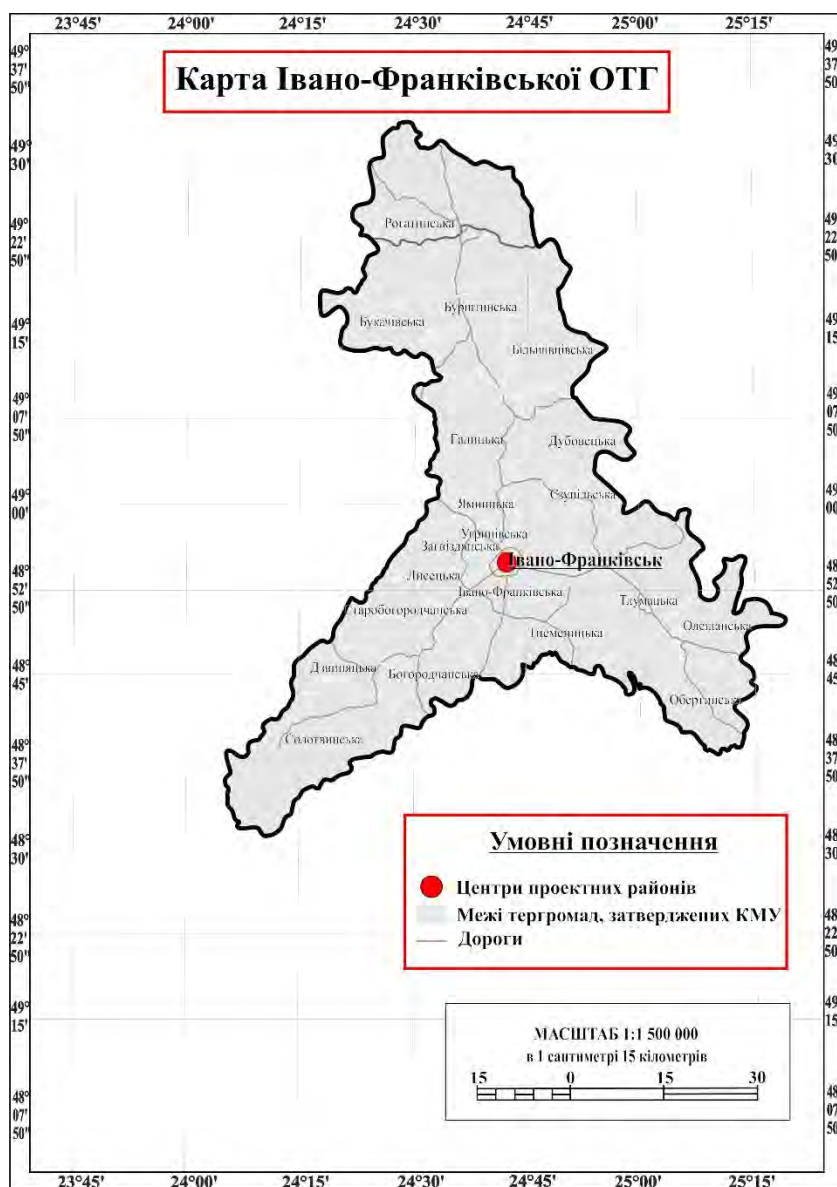


Рис. 1. Карта Івано-Франківської ОТГ

Тверді частинки дрібнодисперсного пилу (PM_{2,5} і PM₁₀) з'являються в результаті процесу горіння і є однією з найбільш шкідливих форм забруднення повітря. Пил містить токсичні речовини, важкі метали та інші шкідливі сполуки, які спричиняють чимало проблем зі здоров'ям у людей (зокрема, серцеві напади, захворювання дихальних шляхів, серцево-судинні захворювання, рак легень та передчасну смерть). Викиди пилу мають також значний вплив на забруднення навколишнього середовища, клімат, безпеку дорожнього руху. Середньорічне значення ГДК дрібнодисперсних зважених частинок (PM_{2,5}) становить: 5 мкг/м³, а середньодобове – 15 мкг/м³. ГДК крупнодисперсних твердих частинок (PM₁₀) складає: 15 мкг/м³ – це середньорічне значення, а середньодобове 45 мкг/м³ [10-12].

Карту забруднення атмосферного повітря викидами пилу створено за допомогою програм CoreIDRAW та MapInfo. Даний картографічний матеріал відображено на рис.2.

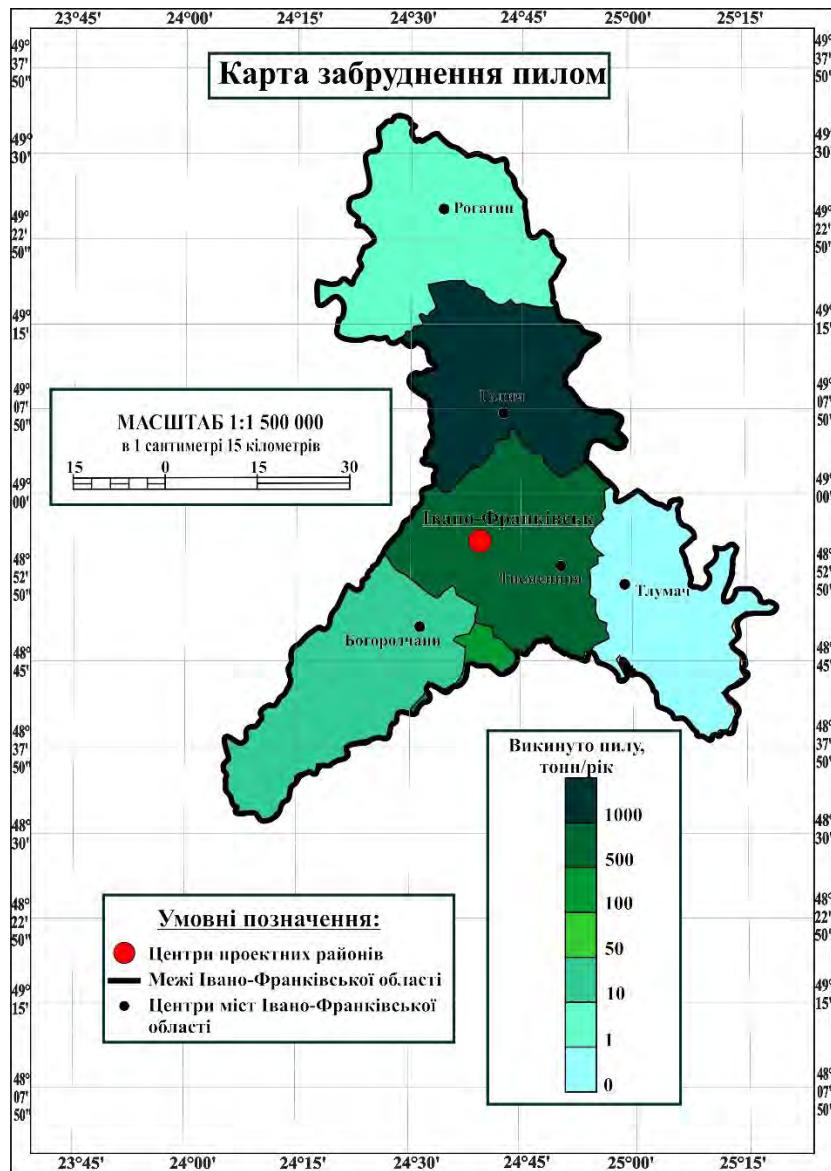


Рис. 2. Забруднення повітря ОТГ викидами пилу

Як бачимо, найвища концентрація пилу знаходиться в Галичі та Івано-Франківську. Тут зосереджено чимало підприємств, які забруднюють навколишнє середовище, проте найбільшими промисловими об'єктами є Бурштинська ТЕС, цементний завод «Івано-Франківськцемент» та Галицький механічний завод. Ці підприємства мають різні промислові процеси, які супроводжуються виділенням пилу під час виробництва, обробки великих обсягів сировини, а також під час транспортування, переробки та утилізації. Якщо підприємства не дотримуються належної системи очищення викидів або використовують застарілі технології, це може спричинити збільшення викидів пилу в атмосферне повітря [13, 14].

Наступним досліджуваним забрудником повітря є метан, який хоч і відноситься до сполук 4-го класу безпеки, але може нанести достатню шкоду здоров'ю людей. Гострі отруєння цим газом характеризуються скаргами на головний біль, нудоту, блювання, загальну слабкість, біль у серці. Метан також є вибухонебезпечною та легко займистою речовиною, адже при концентрації від 5,3 до 15% у повітрі створюється вибухова суміш. Викиди метану в навколишнє середовище мають такі небезпечні наслідки, як-от: глобальне потепління, погіршення якості повітря, загроза безпеці і здоров'ю населення. ГДК метану дорівнює 300 мг/м^3 [15-17].

Карту розподілу викидів метану в повітря Івано-Франківської ОТГ створено за допомогою програм CorelDRAW та MapInfo. Даний картографічний матеріал відображено на рис.3.

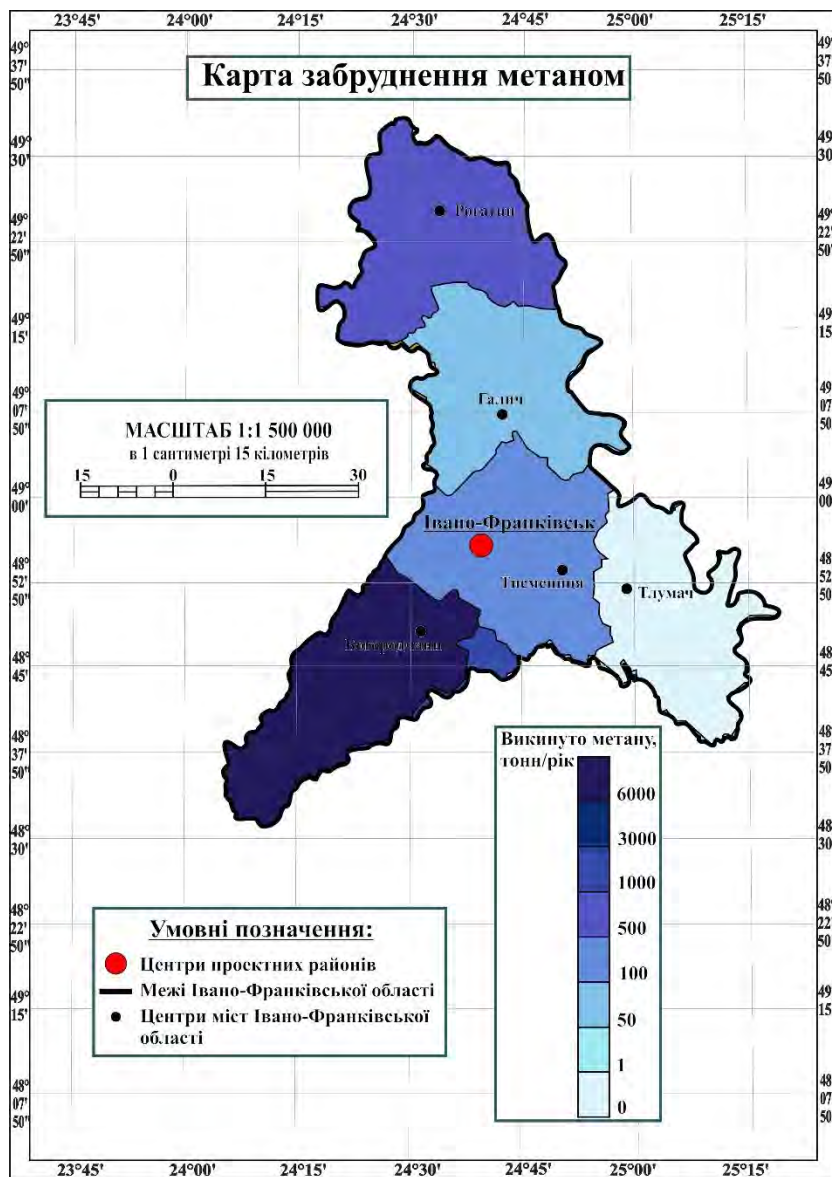


Рис. 3. Забруднення повітря ОТГ викидами метану

З рис.3 видно, що найбільша концентрація метану (CH_4) спостерігається у Богородчанському районі, промисловість якого представлена підприємствами добувної, обробної промисловості та з виробництва і розподілення електроенергії, газу, тепла і води. Район розташований поблизу Калуського промислового регіону, де зосереджена велика кількість стаціонарних джерел-забрудників довкілля, значна кількість яких припадає на ВАТ «Оріана», ТОВ «КАРПАТНАФТОХІМ», ЗАТ «Магній» та ЗАТ «ЛУКОР» [18, 19]. В економіці Богородчанського району провідне місце займає сільське господарство, яке також є джерелом забруднення атмосферного повітря метаном [10, 11].

Крім того, серед забрудників повітря варто звернути увагу на діоксид сірки, що утворюється під час горіння вугілля та нафтопродуктів, виплавки мінеральних руд із сіркою. Коли SO_2 реагує з водою, утворюються сірчиста і сірчана кислоти – компоненти кислотних дощів. У ВООЗ зазначають, що цей газ викликає подразнення очей, запалення дихальних шляхів, викликає кашель, виділення слизу, загострення астми та хронічного бронхіту, робить людей більш схильними до інфекцій дихальних шляхів. При концентрації цього газу $0,04\text{--}0,5 \text{ мг/м}^3$ протягом декількох хвилин створюється загроза для життя. Пари діоксиду сірки приводять до судом, втрати свідомості і смерті від зупинки і паралічу серця. Середньодобове значення діоксиду сірки становить 40 мкг/м^3 [17, 19].

Карту забруднення атмосферного повітря викидами діоксиду сірки створено за допомогою програм CoreIDRAW та MapInfo. Даний картографічний матеріал відображено на рис.4.

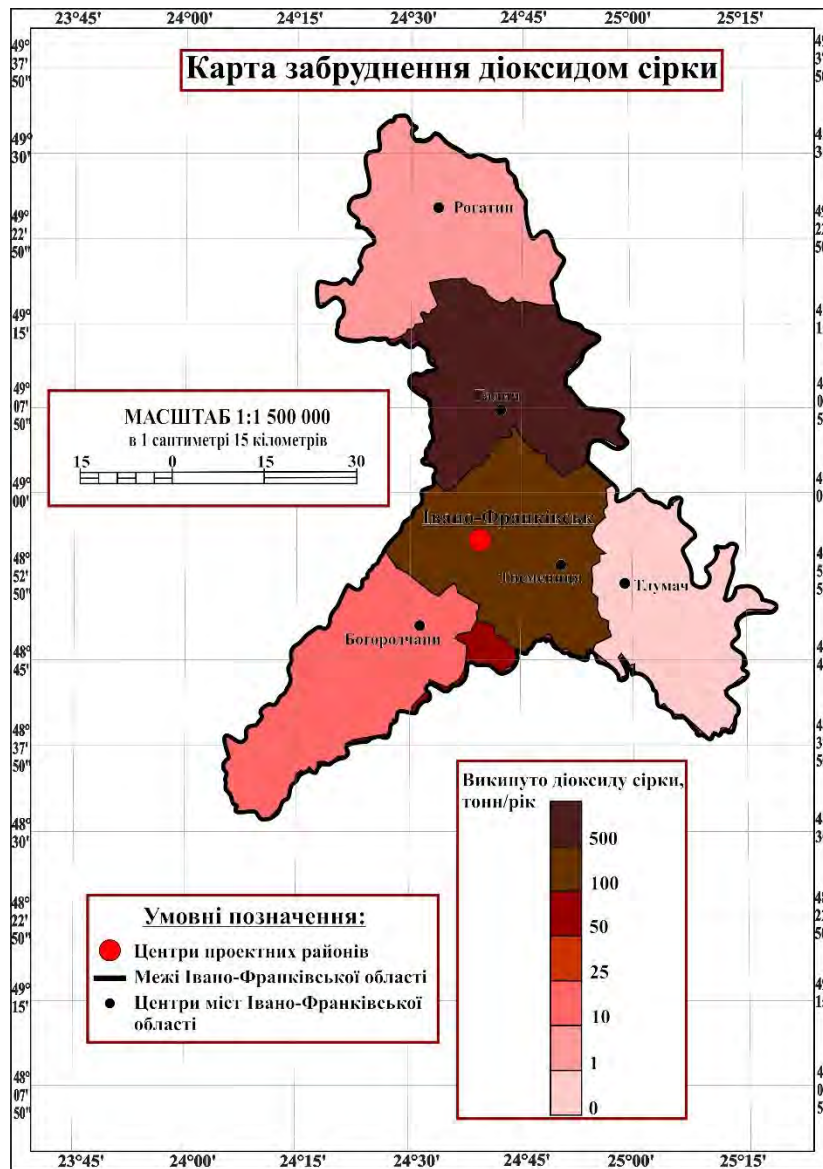


Рис. 4. Забруднення повітря ОТГ викидами діоксиду сірки

Як бачимо, на створеній нами карті, найбільша насиченість діоксиду сірки зосереджена в Галичі та Івано-Франківську. Це пов'язано із наявністю промислових підприємств, які викидають випари SO_2 в атмосферне повітря, також із великим обсягом транспорту і необхідністю удосконалення технологій очищення викидів [10].

Останньою досліджуваною нами речовиною, яка забруднює атмосферне повітря, є діоксид вуглецю. Вуглекислий газ є продуктом спалювання викопного палива. Він має парникові властивості, тобто сприяє утриманню тепла на поверхні Землі і робить основний внесок у глобальне потепління. Токсична дія вуглекислого газу виявляється при його вмісті в повітрі 3-4 % і полягає в подразненні дихальних шляхів, запамороченні, головному болю, шумі у вухах, психічному збудженні, непритомному стані. Граничний допустимий вміст CO_2 в шахтному повітрі 0,5-1 % (за об'ємом). При 10 % настає непритомність, при 20-25 % – смертельне отруєння [17, 20].

Карту забруднення атмосферного повітря досліджуваної території викидами діоксиду сірки створено за допомогою програм CoreIDRAW та MapInfo. Даний картографічний матеріал відображено на рис.5.

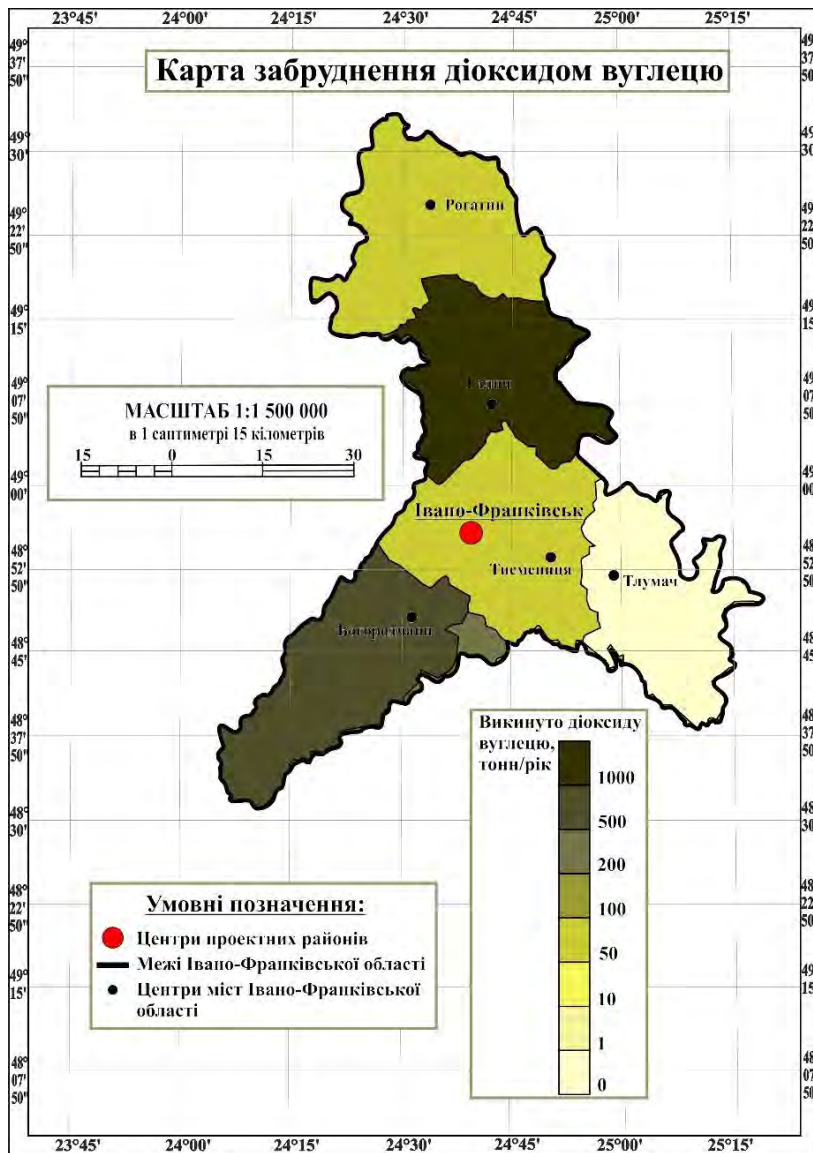


Рис. 5. Забруднення повітря ОТГ викидами діоксиду вуглецю

Найвища концентрація діоксиду вуглецю (CO_2) міститься у Галицькому та Богородчанському районах (рис.5). Це спричинено розвитком автотранспорту, великою кількістю промислових об'єктів, створенням сміттєзвалищ, нераціонального сільського господарства тощо [11].

Висновки

Отже, незадовільний стан атмосферного повітря Івано-Франківської ОТГ зумовлений наявністю промислових підприємств, які викидають шкідливі речовини в повітря, недотриманням підприємствами технологічного режиму експлуатації пилогазоочисного устаткування, невиконанням у встановлені терміни заходів щодо зниження обсягів викидів до нормативного рівня, низькими темпами впровадження сучасних технологій очищення викидів, відсутністю ефективного очищення викидів підприємств від газоподібних домішок, відсутністю нормативних санітарно-захисних зон між промисловими та житловими районами, великим обсягом автомобільного транспорту, побутовими викидами, використанням палив тощо [21-24].

Ми вважаємо, що впровадження нової системи регулювання викидів забруднюючих речовин від стаціонарних та пересувних джерел забруднення, вдосконалення систем моніторингу якості повітря, видача дозволів на викиди, встановлення та суворе виконання нормативів гранично допустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел, підтримка використання відновлюваних джерел енергії, встановлення жорстких технологічних нормативів та нормативів якості атмосферного

повітря, використання транспорту з низьким рівнем викидів та сприяння ініціативам й участі громадськості у програмах по зменшенню забруднення повітря допоможуть у передбаченні забруднення атмосферного повітря і боротьбі з ним.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Air pollution <https://www.who.int/health-topics/air-pollutio>
 2. World Health Organization (2018). Ambient (Outdoor) Air Quality and Health. WHO Fact Sheet. [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)
 3. Екологічне картування. Методичні рекомендації / Д. О. Зорін. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2018. – 24 с.
 4. Триснюк В. М., Зорін Д. О., Волинець Т. В. (2024). ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ МОБІЛЬНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ДІСТРОВСЬКОГО КАНЬЙОНУ. ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, (2), 60-67. <https://doi.org/10.31673/2412-4338.2024.027280>
 5. Zorin, D. (2024). Assessment of the ecological status of soil cover and design of environmental monitoring in the Ivano-Frankivsk urban community. Ecological Safety and Balanced Use of Resources, 15(1), 39-52. <https://doi.org/10.69628/esbur/1.2024.39>
 6. Савенець М. В. "Інтегрований погляд на сучасний стан забруднення атмосферного повітря в Україні: За матеріалами наукового повідомлення на засіданні Президії НАН України 12 липня 2023 року." Вісник НАН України 9 (2023): 80-86. <https://doi.org/10.15407/visn2023.09.080>
 7. Екологічний стан атмосферного повітря на території Івано-Франківської області / Я.О. Адаменко, О.О. Акульшин // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. - 2011. - № 1. - С. 4-16. - Режим доступу: <http://elar.nung.edu.ua/bitstream/123456789/2313/1/01.pdf>
 8. Івано-Франківська міська громада – Вікіпедія https://uk.wikipedia.org/wiki/Івано-Франківська_міська_громада
 9. Івано-Франківська область (проектні райони): веб-сайт. URL: <https://decentralization.gov.ua/en/new-rayons/ivano-frankivska>
 10. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Івано-Франківській області в 2021 році: веб-сайт. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/04/Regionalna-dopovid-Ivano-Frankivskoyi-obl.-u-2021-rotsi.pdf>
 11. Екологічні паспорти: веб-сайт. URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoring/ekologichni-pasporty/>
 12. Визначення забруднення пилом, формальдегідом, летючими речовинами атмосферного повітря у м. Харків / Нестеренко О. В., Багмут Л.Л., Самохвалова А.І., Оніщенко Н.Г. Науковий вісник будівництва 104.2 (2021): 292-298. doi.org/10.29295/2311-7257-2021-104-2-292-298
 13. Огляд даних про вплив забруднення повітря на здоров'я – проєкт REVIHAAP, технічний звіт. Копенгаген: Європейське регіональне бюро ВОЗ; 2013 р. http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0009/218574/REVIHAAP-Final-technical-reportRus.pdf?ua=1
 14. Белова Н., Микитин Т., Долинко Н. "Оцінка впливу факторів довкілля на формування здоров'я населення Івано-Франківської області." Журнал Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. Біологія 10 (2023): 87-95. DOI: <https://doi.org/10.15330/jpubio.10.87-95>
 15. Бахарєва Г. Ю. (2014). Небезпека газоподібних викидів метану як беззаперечний фактор для створення технологій для боротьби із цими викидами (Doctoral dissertation, НТУ "ХПІ").
 16. U.S. Environmental Protection Agency (2021). Integrated Science Assessment (ISA) for Particulate Matter. EPA Report No 600/R-21/238. <https://www.epa.gov/isa/integrated-science-assessment-isa-particulate-matter>
 17. Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць : веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0156-20>
 18. Савчук Л. Я., Семчук Я. М. (2014). Джерела екологічної небезпеки хімічних підприємств міста Калуша. Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування, (2), 107-111.
 19. Komilova, N. ., Egamkulov, K. ., Namroyev, M., Khalilova, K. ., & Zaynutdinova, D. . (2023). The impact of urban air pollution on human health. *Medicini Perspektivi*, 28(3), 170–179. <https://doi.org/10.26641/2307-0404.2023.3.289221>
 20. Azimi F., Hafezi F., Ghaderpoori M., Sorooshian A., Baghani A.N. (2024). "Temporal characteristics and health effects related to NO2, O3, and SO2 in an urban area of Iran". *Environmental Pollution*, 349, 123975 <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.123975>
 21. Федорчук О., Існюк, Т. В. (2016). Забруднення навколишнього середовища як наслідок використання хімічних речовин.
 22. Радловська К. О. Локальний моніторинг довкілля для адміністративних районів і територіальних громад : монографія / за ред. О. С. Волошкіної – Івано-Франківський націон. технiч. ун-т нафти і газу. – Івано-Франківськ : Супрун В. П., 2015. – 167 с.
 23. Екологічний моніторинг стану атмосферного повітря за індикативними вимірюваннями / Л. І. Григор'єва та ін. *Екологічні науки : науково-практичний журнал*, 2023 – № 2(47). С. 137-141. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.2-47.22>
 24. 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
- Овсянецька Діана Ярославівна** — студентка групи ЕКО-22-1, Факультет природничих наук, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, e-mail: diana.ovsianetska-eko221@nung.edu.ua
- Науковий керівник: **Зорін Денис Олексійович** — кандидат геологічних наук, доцент, доценти кафедри екології Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, м. Івано-Франківськ.
- Ovsianetska Diana Yaroslavivna** — Faculty of Natural Sciences, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, e-mail: diana.ovsianetska-eko221@nung.edu.ua
- Supervisor: **Zorin Denys Oleksiyovych** — Candidate of Geological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Ecology, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk.

ВПЛИВ ПИЛОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ НА ЗМІНУ КЛІМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВНАСЛІДОК ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ В УКРАЇНІ

¹Національний університет «Львівська політехніка»

Анотація

Проведено аналіз впливу пилового забруднення атмосфери урбанізованих територій внаслідок військових дій на території України. Визначені основні аспекти розповсюдження пилу в атмосфері.

Ключові слова: пилове забруднення, атмосфера, оксид карбону, оксид азоту.

Annotation

An analysis of the impact of dust pollution of the atmosphere of urbanized territories as a result of military operations on the territory of Ukraine was carried out. The main aspects of the distribution of dust in the atmosphere are determined.

Key words: dust pollution, atmosphere, carbon dioxide, nitrogen oxide.

Атмосферне повітря є одним з основних компонентів довкілля, від якого залежить стан кліматичних умов, зокрема в Україні під час війни.

Забруднення повітря відбувається за рахунок природних та антропогенних джерел. До природних джерел відносяться пилові бурі, пожежі в лісах та степах, руйнування гір, виверження вулканів, космічний пил та інше. Разом з тим, значно більше забруднення відбувається за рахунок діяльності людини. Насамперед, це промислові підприємства, виробничі і побутові відходи, активне використання всіх видів транспорту, хімічних засобів у сільському господарстві, побутове забруднення – опалювання будинків, приготування їжі.

Серед забруднювачів – тисячі хімічних сполук, особливо важкі метали та оксиди, токсичні речовини та аерозолі. Так вуглеводні надходять у атмосферу і при спалюванні палива, від нафтопереробної та газовидобувної промисловості.

Масове застосування мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин призвело до появи отрутохімікатів в атмосфері, ґрунтах і природних водах, забрудненню водойм, водогонів і сільськогосподарської продукції (нітрати, пестициди і т.п.). Зростає забруднення атмосфери важкими металами і токсичними вуглеводнями. Атмосферу забруднюють практично всі види сучасного транспорту, кількість якого у світі постійно збільшується. Токсичність відпрацьованих газів бензинових двигунів обумовлюється головним чином вмістом оксиду вуглецю та діоксиду азоту, а дизельних двигунів – діоксидом азоту та сажі.

Також повномасштабна війна на території України, яку розпочала російська федерація, активні воєнні дії, бомбардування та горіння об'єктів промисловості, енергетики, нафтобаз та лісів спричиняють утворення великих обсягів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

Військові дії в Україні мають серйозні екологічні наслідки, серед яких одне з ключових місць займає пилове забруднення атмосфери. Пил може виникати в результаті руйнування інфраструктури, вибухів, пожеж та руху військової техніки. Пилове забруднення впливає на здоров'я людей, екосистеми та загальний стан атмосфери.

120 мільйонів тон оксиду карбону – стільки додаткових викидів спровокувала російська збройна агресія проти України», – зазначає Міністр захисту довкілля та природних ресурсів України Руслан Стрілець.

Основні аспекти впливу пилового забруднення на атмосферу в умовах військових дій:

1. **Погіршення якості повітря:** Під час вибухів, руйнування будівель, доріг та промислових об'єктів в атмосферу потрапляє велика кількість дрібнодисперсного пилу (PM2.5, PM10). Ці частинки можуть містити небезпечні речовини, такі як важкі метали, азбест та інші токсини, які погіршують якість повітря та становлять загрозу для здоров'я людей, викликаючи респіраторні та серцево-судинні захворювання.

2. **Глобальні зміни клімату:** Пил, що піднімається в атмосферу, може впливати на клімат, відбиваючи сонячне світло та змінюючи тепловий баланс атмосфери. Це може мати як локальні, так і глобальні наслідки, особливо у випадках тривалого військового конфлікту.

3. **Зміна біорізноманіття та стану ґрунтів:** Пил може осідати на рослинність, обмежуючи фотосинтез, що може призвести до загибелі рослин. Це порушує екосистеми та може спричинити ерозію ґрунтів, яка також посилюється через руйнування під час війни.

4. **Локальні аерозолі:** Військова техніка та вибухи також сприяють утворенню аерозолів, які можуть поширюватися на значні відстані, впливаючи на повітряні маси та спричиняючи кислотні дощі, що додатково загострює екологічні проблеми.

Отже, пилове забруднення внаслідок військових дій в Україні має як локальний, так і глобальний вплив на атмосферу, і для мінімізації його наслідків необхідні заходи як на державному, так і міжнародному рівнях.

Атмосфера має здатність до самоочищення. Проте від величезної кількості забруднюючих речовин, що надходять в атмосферу сьогодні, вона не встигає самоочищуватись. Залежно від компонента та індивідуальних особливостей організму під впливом різноманітних домішок у повітрі можуть виникати алергічні та подразливі реакції, а також розвиватися хронічні хвороби дихальної системи, новоутворення тощо. Особливо небезпечні для здоров'я людини сполуки: сірчистий ангідрид – діоксид азоту, сірчистий ангідрид – фенол, діоксид азоту – формальдегід.

До забруднення найбільш уразливою є дихальна система, оскільки в процесі дихання легені пропускають крізь себе повітря. Якщо в повітрі, яке потрапляє до організму людини, присутні домішки (зокрема, пил різного генезису), то такі частинки можуть осідати на поверхні альвеол та провокувати розвиток низки хвороб: ларингіту, ларинготрахеїту, фарингіту, хронічного бронхіту, бронхіальної астми, емфіземи або раку легень.

Розвиток гіпоксії або асфіксії може спровокувати завищений вміст азоту. Сполуки азоту зумовлюють розвиток емфіземи легень, звуження дихальних шляхів, набряк легень; діоксид сірки – розвиток хронічного й астматичного бронхіту, бронхіальної астми, емфіземи легень.

Присутність у повітрі домішок призводить до виникнення хвороб інших систем організму людини. Зокрема, свинець – порушення у роботі нервової та серцево-судинної систем; оксид вуглецю провокує безпліддя; шумове та електромагнітне забруднення викликають розлади слуху, порушення роботи мозку, швидку стомлюваність, захворювання серцево-судинної системи, знижують розумову працездатність тощо.

Найбільш негативним наслідком забруднення атмосфери є виникнення в організмі людини злоякісних новоутворень, канцерогенів та мутагенів, що може бути спричинено радіоактивним забрудненням або присутністю в повітрі інших хімічних речовин.

Фахівці вважають: щоб виправити ситуацію України, потрібно якнайшвидше ввести нові стандарти для промисловості, модернізувати застаріле обладнання і повністю перейти на нові екологічні енергозберігаючі технології. Також необхідно запровадити жорсткий контроль за якістю пального, що постачається і реалізується в Україні. Значно змінити ситуацію можна шляхом поетапного переходу від використання викопних видів палива (кам'яного вугілля, нафти та природного газу) до відновлюваної енергетики та нових технологій. Лише спільними зусиллями, за участі усіх гілок влади, підприємств, установ різних форм власності, громадських організацій і громадськості можна зменшити забруднення атмосферного повітря і берегти чисте повітря для майбутніх поколінь.

Петрушка Ігор Михайлович – д.т.н., професор, завідувач кафедри екологічної безпеки та природоохоронної діяльності, Національний університет «Львівська політехніка», Львів, e-mail: ihor.m.petrushka@lpnu.ua

Глуховецький Ярослав Володимирович – аспірант кафедри екологічної безпеки та природоохоронної діяльності, Національний університет «Львівська політехніка»

Мушинський Володимир Олегович - аспірант кафедри екологічної безпеки та природоохоронної діяльності, Національний університет «Львівська політехніка»

Petrushka Ihor M. - Dr. Sc, Professor, Head of the Department of Environmental Safety and Environmental Protection, Lviv Polytechnic National University, Lviv, e-mail: ihor.m.petrushka@lpnu.ua

Gluhovetskyi Yaroslav V. – postgraduate of the Department of Environmental Safety and Environmental Protection, Lviv Polytechnic National University

Mushinsky Volodymyr O. – postgraduate of the Department of Environmental Safety and Environmental Protection, National University "Lviv Polytechnic"

ЧЕРВОНОКНИЖНІ ВИДИ РОСЛИН ІХТІОЛОГІЧНОГО ЗАКАЗНИКА "БАЛКА ВЕЛИКА ОСОКОРІВКА"

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Анотація

Дослідження природоохоронної флори відбувалося в іхтіологічному заказнику місцевого значення «Балка Велика Осокорівка», розташованого в Синельниківському районі Дніпропетровської області. Робота акцентує увагу на виявлених рідкісних та червонокнижних видах рослин, які мають особливе значення для охорони біорізноманіття. Вперше виявлено 19 видів флори, занесених до Червоної книги України та Червоної книги Дніпропетровської області, серед яких 14 видів є рідкісними, 4 - вразливими, і 1 - зникаючим. Дослідження проводились за допомогою загальноприйнятих геоботанічних обстежень у різні вегетаційні періоди протягом 2021–2024 років. В результаті виявлено нові оселища рідкісних видів, що підкреслює важливість даної території для збереження флори.

Ключові слова: рідкісні рослини, Червона книга України, природоохоронний статус, біорізноманіття, смарагдова мережа.

Abstract

The study of nature conservation flora took place in the ichthyological reserve of local significance "Balca Velyka Osokorivka", located in the Synelniky district of the Dnipropetrovsk region. The work focuses on the discovered rare and red book species of plants, which are of special importance for the protection of biodiversity. For the first time, 19 species of flora listed in the Red Book of Ukraine and the Red Book of the Dnipropetrovsk Region were discovered, among which 14 species are rare, 4 are vulnerable, and 1 is endangered. The research was carried out with the help of generally accepted geobotanical surveys in different growing seasons during 2021–2024. As a result, new habitats of rare species were discovered, which emphasizes the importance of this area for the preservation of flora.

Keywords: rare plants, Red Book of Ukraine, nature protection status, biodiversity, emerald network.

Іхтіологічний заказник місцевого значення «Балка Велика Осокорівка» розташований у Синельниківському районі Дніпропетровської області на межі з Запорізькою областю, між селами Варварівка (на південний захід) та Воронове (на північний схід). Його територія охоплює площу 2000 гектарів. Створений для охорони рідкісних видів іхтіофауни та цінних місць нереста в 1982 році, однак нові дослідження виявляють, що його значення виходить за межі іхтіологічного аспекту. На території заказника зустрічаються рідкісні види рослин, занесені до Червоної книги України, а також він є важливим середовищем для водоплавних птахів та орнітофауни загалом. Це робить заказник унікальним не лише для іхтіології, але й для збереження флори та фауни, що підкреслює його багатофункціональну природоохоронну цінність.

Збереження біорізноманіття є ключовим пріоритетом в умовах глобальних екологічних викликів, таких як антропогенне навантаження та зміни клімату [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Багаті екосистеми, подібні до заказника "Балка Велика Осокорівка", відіграють важливу роль у підтриманні стійкості природних систем, забезпечуючи притулок для багатьох видів тварин та рослин, які не можуть вижити в урбанізованих або деградованих ландшафтах. Важливим аспектом заказника є його значення як місця гніздування та зупинки для багатьох видів водоплавних птахів, що робить його важливою частиною екологічної мережі регіону.

Дослідження червонокнижних рослин заказника має на меті підвищити обізнаність щодо його ботанічної цінності та забезпечити збереження рідкісних видів. Результати можуть стати підґрунтям для розширення природоохоронного статусу заказника, що дозволить зберегти не лише іхтіофауну, але й флору.

Заказник простягається вздовж балки, що є частиною річкової системи, яка впадає у річку Дніпро. Територія має значну екологічну цінність, оскільки вона підтримує різноманітні водно-болотні, лучні та степові екосистеми. Ландшафт заказника "Балка Велика Осокорівка" здебільшого належать до

яружно-балкового комплексу та варіюється від степових і лугових до водно-болотних угруповань, переходи між степовими ділянками та водними зонами сприяють різноманітності флори і фауни. Заказник являється частиною Смарагдової мережі України (UA0000093).

Дослідження флори проводилися методом загальноприйнятих геоботанічних обстежень території ймовірних місцезростань раритетної флори регіону. Протягом експедиційних виїздів у 2021–2024 роках, які здійснювались в різні вегетаційні періоди, були проведені обстеження суходільних територій іхтіологічного заказника «Балка Велика Осокорівка».

У рамках дослідження флори іхтіологічного заказника «Балка Велика Осокорівка» було зафіксовано 19 видів рослин, занесених до Червоної книги України [9] та Червоної книги Дніпропетровської області. Рослинний світ [10]. 14 видів мають статус рідкісний (3), 4 з приміткою вразливий (2) і 1 зникаючий (1) за Червоною книгою Дніпропетровської області. Рослинний світ [2]. До Червоної книги України [9, 11] що мають статус «вразливий» відноситься 5 видів та 3 зі статусом «неоцінений». Перелік рідкісних і червонокнижних видів: брандушка різнобарвна (*Bulbocodium versicolor*), горицвіт весняний (*Adonis vernalis* L.), астрагал понтійський (*Astragalus ponticus* Pall.), астрагал шерстистоквітковий (*Astragalus dasyanthus* Pall.), ковила Лессінга (*Stipa lessingiana* Trin. et Rupr.), ковила волосиста (*Stipa capillata* L.), ковила пірчаста (*Stipa pennata* L.), ефедра двоколоса (*Ephedra distachya* L.), сальвінія плаваюча (*Salvinia natans* L.), півники карликові (*Iris pumila* L.), шавлія австрійська (*Salvia austriaca* Jacq.), проліска сибірська (*Scilla sibirica* Haw.), белевалія сарматська (*Bellevalia sarmatica* Pall. ex Georgi), суниці лісові (*Fragaria vesca* L.), калюжниця болотна (*Caltha palustris* L.), тюльпан дібровний (*Tulipa quercetorum* Klokovet Zoz), зірочки жовті (*Gagea lutea* (L.) Her.-Gawl), гіацинтик блідий (*Hyacinthella leucophaea* (C. Koch) Schur), цибуля кругла (*Allium rotundum* L.).

Виявлені види, занесені до Червоної книги, підкреслюють високу природоохоронну цінність території заказника. Це свідчить про необхідність подальшого моніторингу та захисту рідкісних видів рослин, а також про значення цього територіального об'єкта для збереження біорізноманіття на локальному рівні.

Ціною територією являється невеликий байрак 1,2 кілометри на північний схід від села Воронове, тут знайдено найбільшу популяцію горицвіта весняного (*Adonis vernalis* L.), популяції брандушки різнобарвної (*Bulbocodium versicolor*), ковили Лессінга (*Stipa lessingiana* Trin. et Rupr.), півників карликових (*Iris pumila* L.), тюльпана дібровного (*Tulipa quercetorum* Klokovet Zoz), гіацинтика блідого (*Hyacinthella leucophaea* (C. Koch) Schur), астрагала шерстистоквітового (*Astragalus dasyanthus* Pall.) та поодинокі знахідки астрагала понтійського (*Astragalus ponticus* Pall.), шавлії австрійської (*Salvia austriaca* Jacq.). Байрак відзначається великою кількістю рідкісних видів в порівнянні з оточуючими територіями.

Загрозою для цього острівця різноманіття є стихійне звалище побутових відходів яке розкинулося біля байраку та пожежі створені полями трави, які сухою весною знищують первоцвіти.

Іхтіологічний заказник «Балка Велика Осокорівка» є важливим осередком біорізноманіття, оскільки на його території виявлено 19 видів рослин, занесених до Червоної книги України та Червоної книги Дніпропетровської області.

Це підкреслює значущість території як середовища для збереження рідкісних і зникаючих видів флори. Розширення територій та підвищення природоохоронного статусу допоможе забезпечити необхідний рівень захисту для цих видів, що перебувають під загрозою зникнення. Територія заказника має важливе екологічне значення для підтримки водоплавних птахів тому більш пильна охорона територій може сприяти покращенню умов для цих видів та забезпечити їх стійкість до змін навколишнього середовища.

Для забезпечення тривалого збереження рідкісних видів флори і фауни, а також підтримки екологічних функцій території, важливо провести моніторинг та вжити заходів для охорони території. Розширення природоохоронного статусу дозволить зосередити ресурси на цих завданнях, залучити додаткові ресурси для фінансування природоохоронних заходів та налагодити співпрацю з науковими установами, природоохоронними організаціями та місцевими громадами для реалізації запропонованих заходів. Очікуваним результатом є забезпечення стійкості екосистеми та збереження її природних функцій, зменшення негативних впливів на довкілля та підвищення екологічної стабільності регіону.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пісоцький О. В., Масюк О. М. Раритетні рослини в іхтіологічному заказнику «Балка Велика Осокорівка». Тези Всеукраїнської наукової конференції здобувачів вищої освіти та молодих учених “Екологічна безпека та раціональне природокористування”, 16.11.2023 – Житомир: «Житомирська політехніка», 2023, С. 44-45.
2. О. М. Масюк, Р. О. Новіцький, М. А. Листопадський, В. О. Махіна. Техногенні ландшафтні утворення на породних відвалах шахт як рефугіуми для раритетних видів рослин і тварин. Український журнал природничих наук 2023, № 4, С. 160-176. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.4.2023.17>
3. O. Masiuk, R. Novitskyi, D. Ganzha, M. Listopadskyi, V. Makhina. Findings of rare plants and animals in the eastern part of the Emerald Network object "Samarskyi Lis – UA0000212". *Agrology*, 2021. 4(1), p. 47-53.
4. O. Pisotskiy, O. Masiuk, V. Matsiuk. Characteristics of plant diversity in the ichthyological reserve “Balka Vlyka Osokorivka”. *Ecology is a priority: coll. theses of the all-ukrainian english-speaking student conference (march 15, 2024, Kharkiv, Ukraine)*, P. 59-61. <https://ekhnuir.karazin.ua/handle/123456789/18342>
5. R. Novitsky, O. Masiuk, H. Napich, A. Pavlychenko, V. Kovalenko. Assessment of coal mining impact on the geocological transformation of the emerald network ecosystem/ *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 2023, № 6. p. 113-118. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-6/107>
6. O. Masiuk, R. Novitskyi, H. Napich, Y. Chubchenko. Elements of assessment of the anthropogenic impact of a coal mining mine on the site of the Emerald Network using methods of remote sensing of the Earth. *International Conference of Young Professionals “GeoTerrace-2023” 2-4 October 2023, Lviv, Ukraine*. P. 1-5. <https://openreviewhub.org/geoterrace/paper-2023/elements-assessment-anthropogenic-impact-coal-mining-mine-site-emerald-network>
7. O. Masiuk. Dynamics of formation of grass in the plantations of *Hippophae rhamnoides* L. on various types of recultivation of disturbed lands of Western Donbass /*Issues of steppe forestry and forest recultivation of lands*, 2017, 46, 64-76.
8. O. Masiuk, M. Kharytonov, S. Stankevich. Remote and ground-based observations of land cover restoration after forest reclamation within a brown coal basin. *Journ. Geol. Geograph. Geocology*, 2020, 29 (1), p. 135–145. doi: 10.15421/112012
9. Червона книга України. Рослинний світ. К.: Вид. «Глобалконсалтинг», 2009.– 900 с.
10. Червона книга Дніпропетровської області. Рослинний світ / Автори-укладачі Б. О. Барановський, В. В. Тарасов // Під ред. А. П. Травлєєва. – Д. – 2010. – 500 с.
11. Червона книга України : Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України № 111 від 15 лютого 2021 р. Червона книга України. Рослинний світ. К.: Вид. «Глобалконсалтинг», 2009. – 900 с.

Пісоцький Олег Вікторович - студент групи БЕ-24м кафедри геоботаніки, ґрунтознавства та екології, біолого – екологічний факультет, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро. e-mail: oleg0665447062@gmail.com.

Масюк Олександр Миколайович - кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри геоботаніки, ґрунтознавства та екології, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро. e-mail: almas63636@gmail.com

Oleh Viktorovych Pisotskiy - a student of the Faculty of Biology and Ecology.

Oleksandr Mykolayovych Masyuk - Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Geobotany, Soil Science and Ecology, Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro. e-mail: almas63636@gmail.com

ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ЗАСОБІВ МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ

¹Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу;
²ГО «Фрі Ардуіно», м. Івано-Франківськ.

Анотація

Розглянуті сучасні методи моніторингу якості атмосферного повітря. Проведений аналіз найбільш поширених бездротових портативних станцій вимірювання основних параметрів повітря, як метеорологічних так і хімічного складу.

Ключові слова: моніторинг, атмосферне повітря, станції моніторингу

Abstract

Modern methods of atmospheric air quality monitoring are considered. An analysis of the most common wireless portable stations for measuring the main air parameters, both meteorological and chemical composition, was carried out.

Key words: monitoring, atmospheric air, monitoring stations

Вступ

Стрімке зростання міського населення та мільйони смертей, які щорічно пояснюються забрудненням повітря, через що існує критична потреба в глибшому розумінні якості міського повітря. Розташування джерел забруднення у місті і специфічний рельєф кожного міста призводять до неоднорідної концентрації забруднюючих речовин, деталі якого не можуть бути охоплені класичними вимірюваннями. Незважаючи на їх високу точність, класичні системи із вимірювання є великогабаритними, важкими та дуже дорогими, що призводить до дуже рідкого розподілу вимірювань (адже їх розмістити у багатьох місцях немає можливості).

Використання мережі дешевих вимірювальних станцій мають потенціал для зміни парадигми про вимірювання забруднення повітря в містах через значне збільшення просторової роздільної здатності вимірювань. Проте шлях до отримання надійної високоякісної інформації від систем цього типу сповнений труднощів. Він починається вже на рівні проектування системи, оскільки завдання розробки надійних великомасштабних мереж для безперервного міського моніторингу є складним саме по собі. Обмеження існуючих сенсорних технологій є ще одним важливим джерелом серйозних проблем. Недорогі хімічні сенсори, є типовими для такого типу пристроїв, але вони мають ряд проблем, які роблять їх використання нетривіальним. До них належать: нестабільність (часовий дрейф), перехресна чутливість (до інших хімічних речовин або параметрів навколишнього середовища), низьке співвідношення сигнал/шум і повільна динамічна відповідь. Остання проблема, є складною, оскільки вона призводить до значних спотворень вимірювань. Питання досягнення та підтримки калібрування хімічних датчиків протягом усього терміну експлуатації є ще одним важливим питанням, яке впливає з їх типової нестабільності.

Метою роботи є розглянути сучасні методи моніторингу якості атмосферного повітря та провести аналіз найбільш поширених бездротових портативних станцій вимірювання основних параметрів повітря, як метеорологічних так і хімічного складу.

Результати дослідження

Стационарні станції вимірювання. Моніторинг якості здійснюється за допомогою спеціалізованого вимірювального обладнання для дослідження забруднення повітря та його впливу на здоров'я людини та навколишнє природне середовище. Обладнання для моніторингу повітря експлуатується державними установами, дослідниками або приватними особами.

Традиційним підходом до моніторингу якості повітря є використання регіональних мереж статичних станцій моніторингу. Ці станції великі й оснащені дорогими та високоточними системами вимірювання забруднювачів повітря (наприклад, абсорбційними спектрофотометрами, мас-спектрометрами тощо). Вони також зазвичай контролюють відповідні метеорологічні параметри (наприклад, температуру, опади, вітер тощо). Висока вартість цих станцій означає, що вони утворюють дуже розріджені мережі.

Персональний моніторинг є усталеним методом збору даних про забруднення повітря для дослідження впливу на людину. Він зазвичай використовується в епідеміологічних дослідженнях. Вони передбачають передачу деякого портативного обладнання, яке зазвичай поміщають у рюкзак, особам, які носять його з собою протягом попередньо визначеного періоду часу (наприклад, 24 години), через регулярні проміжки часу. Потім рюкзак повертається для передачі даних і обробки [1].

Часто використовуються дифузійні пасивні пробовідбірники, зокрема для вимірювання експозиції NO_2 і O_3 . Ці пристрої дуже дешеві і напівводноразові. Вони працюють, накопичуючи забруднюючі речовини з часом і не надають жодної інформації про короткочасні коливання. Щоб визначити рівень їхнього впливу, їх потрібно обробити та проаналізувати в лабораторії [2, 3].

Для інших видів забруднювачів, таких як CO та забруднюючих частинок, портативні реєстратори доступні, але їх вартість зазвичай висока. Це означає, що навіть якщо накладні витрати на обробку нижчі, ніж для пасивних пробовідбірників, вартість обладнання суттєво обмежує кількість пристроїв, доступних для досліджень.

Надаючи важливу інформацію про вплив забруднюючих речовин на індивідуальному рівні та взаємозв'язок між концентраціями забруднювачів у навколишньому середовищі та в приміщенні, дослідження із застосуванням персонального моніторингу самі такі системи ми обрали за прототип для своєї роботи.

Бездротові сенсорні мережі для моніторингу якості повітря. Бездротові сенсорні мережі (WSN) використовують відносно дешеві сенсорні мережі (тобто пристроїв із вбудованими обчисленнями, вимірюванням і зв'язком) у великій кількості на певній території, щоб отримати дані високої роздільної здатності цільового явища.

Хоча не для всіх пристроїв, перехід від монолітних систем моніторингу до високорозподілених систем, таких як WSN, зазвичай передбачає компроміс у якості вимірювання, оскільки датчики, які є достатньо малими та досить дешевими, щоб використовувати їх у цьому контексті, мають різні проблеми, зокрема високий рівень шуму датчика, низька чутливість, дрейф тощо. Ці проблеми, безумовно, присутні в програмах, націлених на моніторинг якості повітря за допомогою WSN, що робить завдання проектування системи та обробки вимірювань дуже складними. Тим не менш, WSN мають великий потенціал для доповнення більш традиційних систем моніторингу повітря та надання типу просторово-часової щільності вимірювань, необхідних для покращення нашого розуміння впливу забруднюючих речовин у повітрі на людину.

Традиційно більшість досліджень у сфері WSN зосереджені на статичних сенсорних мережах, але в останні роки спостерігається стрімке зростання інтересу до систем, які включають мобільність. Мобільність, безумовно, є кращою для пристроїв моніторингу повітря, оскільки витрати на розгортання та обслуговування для покриття цілого міста виключно статичним методом розгортанням з достатньою роздільною здатністю в кілька десятків метрів все одно будуть непомірно високими. Таким чином, кількість проєктів, які не враховують мобільність, невелика і зазвичай обмежується дослідженнями менших територій, більшість проєктів розглядають або поєднання статичних і мобільних вузлів, або виключно мобільне розгортання. Одним із прикладів повністю статичної мережі є мережа датчиків якості повітря наприклад проєкт в аеропорту Хітроу (SNAQ-Heathrow) [4], метою якого було вивчення якості повітря в районі аеропорту за допомогою густої мережі фіксованих сенсорних вузлів.

Наділяючи сенсорну систему мобільністю, можна вибрати з двох основних класів: контрольована або неконтрольована мобільність. Хоча контрольована мобільність дозволяє свободу вибору бажаних траєкторій руху, але це має високу енергетичну ціну, оскільки, окрім енергії, споживаної для вимірювання та передачі даних, потрібно також її використовувати для підтримки мобільності системи.

Використовуючи неконтрольовану паразитну мобільність, цієї проблеми можна уникнути шляхом прив'язки сенсорних мереж до вже існуючих мобільних систем. Наприклад для міста можна використати громадський транспорт або приватні транспортні засоби.

Однак використання будь-якого виду мобільності для моніторингу якості повітря породжує низку дослідницьких проблем. Основна складність виникає через той факт, що хімічні датчики, які досить компактні та недорогі, щоб використовувати їх у сенсорних мережах, зазвичай мають значно повільну динаміку відносно руху.

Мережі портативних вимірювальних станцій. Широкого поширення набули у 2006 році з проекту Mobile Environmental Sensing System Across a Grid Environment (MESSAGE) [5], який був одним із перших європейських проектів з вивчення використання густо розміщених недорогих датчиків для моніторингу якості повітря. Використовувалися як статичні, так і портативні ручні сенсорні платформи [6]. Це був попередник проекту SNAQ-Heathrow.

CitiSense [7] є нещодавнім проектом, спрямованим на забезпечення громадянської інфраструктури для моніторингу забруднення та умов навколишнього середовища, яким піддаються користувачі. Ідея полягає в тому, щоб збирати дані про забруднюючі речовини за допомогою мобільних телефонів і невеликих датчиків, які мають користувачі. Він спрямований на розробку повної кіберінфраструктури, яка вирішує питання керування живленням, зв'язку, безпеки даних і конфіденційності. Пілотні дослідження, заплановані в рамках цього проекту, зосереджені на ряді екологічних питань, що викликають суспільство, таких як дослідження зв'язку впливу навколишнього середовища зі здоров'ям людини, шумом і розвитком громадських місць, а також моніторинг якості повітря в приміщеннях шкіл. З іншого боку, з точки зору зондування забруднюючих речовин, цей проект використовує дуже недорогі та низькоякісні сенсорні платформи.

SmartSantander [8] був ще одним проектом, спрямованим на розробку кіберінфраструктури для сприяння розпізнаванню спільноти, зосередженому в розумних містах. Однією з цілей цього проекту було моніторинг якості повітря учасниками. Однак проект не вдається в подробиці технологій зондування.

EveryAware [9] був проектом, метою якого було створення нових технологічних платформ, що поєднують технології зондування, мережеві програми та інструменти обробки даних для моніторингу забруднення повітря на рівні громад. Цей проект систематично досліджував калібрування та продуктивність багатьох комерційних датчиків газу для закритих/зовнішніх стаціонарних/мобільних платформ, зосереджуючись на оцінці концентрації чорного вуглецю, компонента PM_{2.5}, на основі інших вимірюваних забруднюючих речовин (наприклад, CO і NO₂). Ще одна увага проекту була зосереджена на розробці інтерфейсів користувача та відповідних програм для смартфонів.

Проект AIR (Area's Immediate Reading) [10] також досліджував результати вимірювання якості повітря за участю, надавши громадськості близько 10 сенсорних пристроїв для вивчення міського середовища. У самому пристрої містилися датчики які вимірювали CO, NO_x і O₃. Цей проект не досліджував технологічні особливості сенсорів, хоча були використані точні та високотехнологічні вузли для проведення вимірювань.

Common Sense [11] розробив недорогі портативні датчики для використання учасниками та вивчив механізми для розуміння та використання вхідних даних від різних користувачів (наприклад, членів спільноти, науковців тощо).

Для системи AirCloud [12] було розроблено два типи моніторів PM_{2.5}: більший статичний AQM, який має пряму передачу даних через Ethernet або GPRS, і портативний miniAQM, який призначений для взаємодії через смартфон з використанням Bluetooth. На стороні сервера було розроблено механізм аналізу якості повітря, який вивчає моделі калібрування датчиків за допомогою штучних нейронних мереж (ANN) і оцінює виміряне забруднення за допомогою статистичного розподілу Гауса.

Мережі переносних мобільних вимірювальних станцій. У рамках проекту Mobile Air Quality Monitoring Network (MAQUMON), який виконується лабораторією мережевих вбудованих систем при ISIS Університету Вандербільта, створено прототип системи, що складається з сенсорних вузлів, встановлених на автомобілях. Сенсорний вузол складається з мікроконтролера, бортового GPS-пристрою та набору газових датчиків, що вимірюють концентрації O₃, CO та NO₂.

Вузол підтримує Bluetooth, тому його можна підключати до смартфона або ноутбука для завантаження вимірювань [13].

Haze Watch [14] був іншим проектом, у якому мобільні телефони були підключені (через Bluetooth) до зовнішніх датчиків забруднення, прикріплених до автомобілів, для вимірювання концентрації CO, O₃, SO₂ і NO₂ у повітрі. Потім вимірювання з мітками часу та географічними тегами завантажуються на сервер для створення карт, які накопичують показання всіх учасників і є

доступними для громадськості.

У [15] концепція мобільної системи моніторингу повітря представлена з використанням двох типів сенсорних платформ: спеціально створеного мобільного датчика (MSB), призначеного для транспортних засобів громадського транспорту, та персонального сенсорного пристрою (PSD), призначеного для водіїв приватних транспортних засобів який ґрунтується на системі NODE Variable Inc. Проте представлені результати для обох платформ базуються на експериментах з використанням одного автомобіля.

Citi-Sense-MOB [16] – це європейський проект, спрямований на розвиток інфраструктури для безперервного моніторингу екологічних даних на вулицях за допомогою датчиків, встановлених на мобільних платформах, таких як автобуси та велосипеди. Цей проект також розробляє інтерфейс користувача, використовуючи як веб-сервіси, так і програми для мобільних телефонів.

Використання громадського транспорту як джерела мобільності має очевидні переваги. По-перше, за задумом мережі громадського транспорту повинні забезпечувати добре покриття міста як у просторі, так і в часі.

По-друге, використання цього типу мобільності спрощує технічне обслуговування системи, яке може здійснюватися в одній або кількох конкретних точках. Враховуючи, що найважливішим джерелом міського забруднення є вихлопні гази транспортних засобів, вимірювання, проведені в межах транспортного потоку, мають надати перевагу в оцінці загального поля забруднення. Нарешті, можливість використання запасу енергії транспортного засобу, безумовно, дуже приваблива, оскільки це може забезпечити як вимірювальні, так і комунікаційні завдання, забезпечуючи повну енергетичну автономність.

Висновки

Проведений аналіз існуючих станцій моніторингу якості повітря для оповіщення і відображення громадськості про якість повітря дозволяє краще зрозуміти вплив забруднення повітря на здоров'я міського населення. Кінцевою метою використання таких станцій є розроблення мережі станцій моніторингу якості повітря та надання карт якості повітря на місцевості, якими можуть користуватися всі охочі. Вирішення цього завдання пов'язане з багатьма науковими та технічними труднощами. До них належать такі питання: проектування, розгортання та функціонування системи; досягнення та підтримка калібрування сенсорів протягом усього терміну використання; створення повних карт забруднення повітря з урахуванням динамічного покриття мережі станцій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. D. Kim, A. Sass-Kortsak, J. T. Purdham, R. E. Dales, J. R. Brook. Associations between personal exposures and fixed-site ambient measurements of fine particulate matter, nitrogen dioxide, and carbon monoxide in Toronto, Canada. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*. 2006. vol. 16, no. 2. pp. 172–183.
2. E. Palmes, A. Gunnison, J. DiMattio, C. Tomczyk. Personal sampler for nitrogen dioxide. *The American Industrial Hygiene Association Journal*, 1976. vol. 37, no. 10. pp. 570–577,.
3. Y. Yanagisawa, H. Nishimura. A badge-type personal sampler for measurement of personal exposure to NO₂ and NO in ambient air. *Environment International*. 1982. vol. 8. no. 1-., pp. 235–242,.
4. Developing low-cost air quality monitors for Heathrow Airport. Accessed: 29 November 2023, [Online]. Available: <https://www.unialliance.ac.uk/2021/10/24/developing-low-cost-air-quality-monitors-for-heathrow-airport/>
5. Imperial College London. (2006). MESSAGE – Mobile Environmental Sensing System Across Grid Environments. Accessed: 29 November 2023, [Online]. Available: <https://www.commsp.ee.ic.ac.uk/~wiser/message/>.
6. M. Mead, O. Popoola, G. Stewart, P. Landshoff, M. Calleja, M. Hayes, J. Baldovi, M. McLeod, T. Hodgson, J. Dicks, A. Lewis, R. Cohen, J., Baron, J. Saffell, R. Jones., The use of electrochemical sensors for monitoring urban air quality in low-cost, high-density networks. *Atmospheric Environment*. 2013. vol. 70. pp. 186–203,.
7. E. Bales, N. Nikzad, N. Quick, C. Ziftci, K. Patrick, W. Griswold. Citisense: Mobile air quality sensing for individuals and communities Design and deployment of the Citisense mobile air-quality system. *The 6th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare*, 2012, pp. 155-158.

8. L. Sánchez, V. Gutiérrez, J. A. Galache, P. Sotres, J. R. Santana, J. Casanueva, L. Muñoz. Smart Santander: Experimentation and service provision in the smart city. *16th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications*, 2013, pp. 1-6.
9. B. Elen, J. Theunis, S. Ingarra, A. Molino, J. Van den Bossche, M. Reggente, V. Loreto. The Every Aware Sensor Box: a tool for community-based air quality monitoring. *In Sensing a Changing World Workshop*, 2012.
10. Brooke Singer. A chronology of tactics: Art tackles Big Data and the environment. *Big Data & Society*. July-December 2016: DOI: 10.1177/2053951716665869.
11. P. Dutta, P. M. Aoki, N. Kumar, A. Mainwaring, C. Myers, W. Willett, A. Woodruff. Common Sense: Participatory Urban Sensing using a Network of Handheld Air Quality Monitors. *Proceedings of the 7th ACM conference on embedded networked sensor systems*. 2009, pp. 349-350.
12. Y. Cheng, X. Li, Z. Li, S. Jiang, Y. Li, J. Jia, X. Jiang. Aircloud: A Cloud-based Air-Quality Monitoring System for Everyone. *Proceedings of the 12th ACM Conference on Embedded Network Sensor System*. 2014, pp. 251-265.
13. W. Hedgcock, P. Völgyesi, A. Ledeczki, X. Koutsoukos, A. Aldroubi, A. Szalay, A. Terzis, "Mobile Air Pollution Monitoring Network", in *Proceedings of the 2010 ACM Symposium on Applied Computing*, 2010, pp. 795–796.
14. V. Sivaraman, J. Carrapetta, K. Hu, B. G. Luxan. Hazewatch: A participatory sensor system for monitoring air pollution in Sydney. *Local Computer Networks Workshops (LCN Workshops)*. 2013 IEEE 38th Conference on, 2013, pp. 56-64.
15. S. Devarakonda, P. Sevusu, H. Liu, R. Liu, L. Iftode, B. Nath. Real-time air quality monitoring through mobile sensing in metropolitan areas. *Proceedings of the 2nd ACM SIGKDD International Workshop on Urban Computing*. 2013, p. 15.
16. N. Castell, H.-Y. Liu, M. Kobernus, A. J. Berre, J. Noll, E. Cagatay, R. Gangdal. Mobile technologies and personalized environmental information for supporting sustainable mobility in Oslo: The Citi-Sense-MOB approach. *28th EnviroInfo Conference*, 2014, pp. 699-706.

Адаменко Станіслав Ярославович – аспірант кафедри екології, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, e-mail: stanislav.adamenko-a101-23@nung.edu.ua.

Трелевський Олексій Тарасович – директор ГО «Фрі Ардуіно», м. Івано-Франківськ.

Науковий керівник: **Архипова Людмила Миколаївна** – доктор техн. наук, професор, професор кафедри екології, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Adamenko Stanislav Ya. – Graduate Student of the Department of Ecology, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, e-mail: stanislav.adamenko-a101-23@nung.edu.ua.

Trelevskiy Olesiy T. – Director of the NGO "Free Arduino", Ivano-Frankivsk.

Academic supervisor: **Arhipova Lyudmila M.** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of Ecology Department, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ВПЛИВІВ ПРИ РОЗРОБЦІ ГРАНІТНИХ КАР'ЄРІВ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ ЖИТОМИРЩИНИ

Національний авіаційний університет

Анотація

Визначено екологічні наслідки видобутку граніту в Житомирській області. Зазначено, що наявність радіоактивних елементів, таких як уран, торій і радон, робить регіон вразливим до підвищення радіаційного фону внаслідок гірничих робіт. Обговорюються негативні впливи на екосистеми, здоров'я населення та природні ресурси. Особливу увагу приділено забрудненню важкими металами та викидам радіоактивних газів.

Ключові слова: видобуток граніту, радіоактивність, екологічні впливи, Житомирська область, пилове забруднення, радон

Abstract

Determining the ecological consequences of granite mining in the Zhytomyr region, which is located in the zone of the Ukrainian crystalline shield. It is noted that the presence of radioactive elements such as uranium, thorium and radon makes the region vulnerable to increased radiation background due to mining operations. Negative impacts on ecosystems, public health, and natural resources are discussed. Particular attention is paid to pollution by heavy metals and emissions of radioactive gases.

Keywords: granite mining, radioactivity, environmental impacts, Zhytomyr region, dust pollution, radon.

Вступ

В процесі розробки гранітних кар'єрів Центральної частини Житомирщини виникають значні екологічні впливи, які охоплюють деградацію ґрунтів, забруднення повітря та водних ресурсів, втрати біорізноманіття, а також підвищення радіаційного фону.

Метою роботи є визначення екологічних впливів при розробці гранітних кар'єрів Центральної частини Житомирщини.

Результати дослідження

Гранітні родовища Житомирської області знаходяться в зоні Українського кристалічного щита [1], що характеризується наявністю високо радіоактивних елементів, таких як уран, торій та радон. Це робить регіон особливо вразливим до підвищення радіаційного фону внаслідок видобутку граніту.

Видобуток граніту може сприяти вивільненню радіоактивних газів, таких як радон, що негативно впливає на здоров'я населення та якість повітря. Під час робіт з відкритої видобутку каменю можливе порушення природної рівноваги радіоактивних елементів у надрах землі, що призводить до їх розповсюдження на поверхню.

Видобуток граніту призводить до руйнування верхніх шарів ґрунту, що порушує екосистеми і сприяє ерозії.

Пил, що утворюється в процесі видобутку та дроблення граніту, негативно впливає на якість повітря та здоров'я місцевих мешканців.

Видобуток може впливати на підземні та поверхневі води, змінюючи їхній природний баланс та забруднюючи важкими металами й іншими хімічними елементами.

Видобуток граніту впливає на місцеві екосистеми, зменшуючи площу природних середовищ існування для багатьох видів рослин і тварин. Особливо важливо досліджувати вплив на рідкісні та зникаючі види [2].

Робота важкої техніки та вибухові роботи створюють підвищений рівень шуму, що негативно впливає на людей і дикі види тварин у навколишніх районах.

Висновки

Розробка гранітних кар'єрів у Центральній частині Житомирщини має значний екологічний вплив, який потребує детального аналізу та моніторингу. Запровадження екологічно чистих технологій та активна співпраця з місцевими громадами можуть допомогти мінімізувати шкоду довкіллю та сприяти сталому розвитку регіону.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Костриця М.Ю. Географія Житомирської області. Житомир.
2. Орлов О.О, Сіренький С.П, Подобайло А.В., Сенін В.А. Заповідна Житомирщина. Київський еколого-культурний центр, 2019.

Бовсунівська Тетяна Анатоліївна — студентка групи 601, факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій, Національний авіаційний університет, Київ, e-mail: 6215387@stud.nau.edu.ua

Дудар Тамара Вікторівна — доктор техн. наук, професор кафедри екології, Національний авіаційний університет.

Bovsunivska Tetiana Anatoliivna — student of group 601, Faculty of Environmental Safety, Engineering and Technologies, National Aviation University, Kyiv, e-mail: 6215387@stud.nau.edu.ua

Dudar Tamara Viktorivna – Dr. Eng. Sc., professor of the Department of Environmental Sciences, National Aviation University

АНАЛІЗ АКТУАЛЬНИХ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ

¹ Кременчуцький національний університет імені М. Остроградського

Анотація

Здійснено огляд сучасних методів прогнозування рівнів забруднення водних ресурсів. Розглянуто традиційні статистичні аналіз, математичне моделювання, алгоритми машинного навчання, а також використання геоінформаційних систем (ГІС). Особливу увагу приділено комбінованим підходам, які поєднують різні технології для підвищення точності прогнозів.

Ключові слова: водні ресурси, ГІС, проектування, забруднення, машинне навчання.

Abstract

A review of modern methods for predicting water resource pollution levels has been conducted. The article examines traditional statistical approaches, mathematical modeling, machine learning methods, as well as the use of geographic information systems (GIS). Special attention is given to combined approaches that integrate various methods to improve prediction accuracy. The aim of the study is to provide a comprehensive understanding of existing methods and technologies for effective water resource management and environmental protection.

Keywords: water resources, GIS, mathematical modeling, pollution, machine learning.

Вступ

Забруднення водних ресурсів є однією з ключових екологічних проблем сьогодення. Прогнозування рівнів забруднення є важливим для ефективного управління якістю води і захисту довкілля. Існують різні способи прогнозування, що базуються як на традиційному статистичному аналізі даних, так і на сучасних технологіях, зокрема машинному навчанні та моделюванні. Метою дослідження є надання комплексного розуміння існуючих методів і технологій для ефективного управління водними ресурсами та охорони екосистем.

Результати дослідження

Прогнозування рівнів забруднення водних ресурсів є складним процесом, що використовує різноманітні підходи для надання достовірних прогнозів якості води. Серед основних методів виділяють статистичний аналіз даних, математичне моделювання, машинне навчання, геоінформаційні системи (ГІС). Окрім того, використовуються комбіновані техніки, що об'єднують різні технології з урахуванням складних процесів у водних екосистемах для більш достовірної оцінки якості води.

Статистичний аналіз є одним з найпоширеніших класичних прийомів до прогнозування. Основна мета цих методів полягає в аналізі історичних даних і виявленні залежностей між різними змінними. Серед таких способів популярний регресійний аналіз, що використовується для прогнозування залежності рівня забруднення від багатьох факторів, таких як погодні умови, швидкість течії, об'єм скидів тощо. Множинна регресія дозволяє оцінити вплив кожного з цих факторів і на основі отриманих даних, будувати прогнози. Аналіз часових рядів базується на використанні історичних даних для прогнозування майбутніх значень показників забруднення. До прикладів належать метод авторегресії та метод рухомого (ковзного) середнього, які допомагають моделювати тенденції забруднення, враховуючи часову динаміку. Перевага статистичних технік полягає у їхній відносній простоті використання та інтерпретації, проте для них необхідна наявність достатньої кількості якісних даних. Вони не потребують значних обчислювальних потужностей і можуть працювати з обмеженими наборами даних, що робить їх доступними для широкого кола користувачів. Інтерпретованість результатів аналізу даних дозволяє легко зрозуміти взаємозв'язки між різними

факторами, які впливають на рівень забруднення. Водночас ці способи мають і свої недоліки. Основним обмеженням є їхня залежність від наявності достатньої кількості якісних історичних даних. Якщо таких даних немає, точність прогнозів може суттєво знизитися. Крім того, більшість статистичних моделей базується на припущенні лінійності, що може не відповідати реальним процесам забруднення, які часто є нелінійними. Також статистичні аналізи виявляють чутливість до раптових змін у параметрах середовища, таких як погодні умови або антропогенний пресинг, через що їх ефективність може знижуватися в умовах непередбачуваних змін.

Математичне моделювання є потужним інструментом для прогнозування стану довкілля, особливо в ситуаціях, коли процеси, що впливають на забруднення водних ресурсів, добре досліджені. Ці методи дозволяють отримувати точні прогнози, що враховують складні взаємозв'язки між різними процесами в екосистемах. Однією з основних переваг способу є висока достовірність прогнозів. Також, важливою перевагою є гнучкість, оскільки моделі можуть адаптуватися до різних сценаріїв, включаючи зміни клімату, управління водними ресурсами та вплив людської діяльності. Крім того, математичні техніки моделювання забезпечують високий рівень деталізації, дозволяючи провести глибокий аналіз взаємодії багатьох факторів, що робить метод особливо корисним для комплексного управління водними ресурсами. Недоліком є необхідність у забезпеченні великих обсягів вхідних даних за допомогою автоматизованих систем збору інформації, а також значних обчислювальних потужностей. Використання математичних моделей вимагає глибоких знань для їх правильного налаштування та інтерпретації результатів.

Алгоритми машинного навчання набувають все більшого значення у прогнозуванні забруднення водних ресурсів, завдяки їхній здатності обробляти великі обсяги вхідних даних та знаходити приховані взаємозв'язки між змінними. Штучні нейронні мережі є потужними нелінійними моделями, які навчаються на історичних даних та дозволяють прогнозувати рівні забруднення складних гідрогеологічних систем [1]. Ансамблевий метод та передбачувальні технології машинного навчання допомагають визначати ключові фактори, що впливають на забруднення, забезпечуючи достовірність прогнозів при роботі з великим обсягом інформації. Алгоритми машинного навчання, зокрема використання рекурентних нейронних мереж, дозволяють будувати актуальні моделі для аналізу часових рядів. Проте для ефективної роботи необхідні великі обсяги якісних даних, а також значних обчислювальних ресурсів. Складність інтерпретації результатів здатна перешкодити розумінню причинно-наслідкових зв'язків між змінними.

Геоінформаційні системи (ГІС) є провідним інструментом у просторовому аналізі та прогнозуванні забруднення водних ресурсів. Вони дозволяють інтегрувати широкий спектр даних, таких як географічні, кліматичні, гідрологічні та інші просторові показники, для створення високоточних моделей поширення забруднюючих речовин. ГІС забезпечують візуалізацію просторових закономірностей розподілу забруднювачів, що допомагає не лише аналізувати поточний стан довкілля, але й прогнозувати динаміку забруднення залежно від географічних та кліматичних умов. Застосування ГІС для просторового моделювання, зокрема створення карт забруднення, дозволяє більш точно оцінювати вплив рельєфу, клімату та інших факторів на поширення забруднювачів у водних екосистемах. Окрім цього, сучасні ГІС можуть працювати з даними в реальному часі, отриманими від сенсорів, що встановлені на водних об'єктах [2]. Це значно підвищує ефективність моніторингу та прогнозування екологічної ситуації, оскільки забезпечує оперативне оновлення моделей на основі нових даних. Основними перевагами використання ГІС є можливість інтегрованого просторового аналізу, що дозволяє поєднувати інформацію з різних джерел для адекватного прогнозування. Однак, використання ГІС потребує значних фінансових та технічних ресурсів, а достовірність результатів напряму залежить від якості доступних географічних, кліматичних та гідрологічних даних.

Комбіновані моделі прогнозування представляють собою потужний інструмент для прецизійного й комплексного екологічного моделювання, особливо у випадках складних екосистем, де прості способи не дають повного уявлення про процеси. Інтеграція гідродинамічних моделей із алгоритмами машинного навчання дозволяє ефективно проектувати поширення забруднюючих речовин, враховуючи як фізичні аспекти середовища, так і статистичні закономірності. Гібридні техніки, що об'єднують фізичні процеси і методи аналізу даних, дозволяють досліджувати широкий спектр факторів, таких як зміни клімату, вплив антропогенної діяльності, характеристики ландшафту, рельєфу, та управління водними ресурсами. Вони забезпечують комплексний підхід до прогнозування, що є особливо цінним у контексті екологічного менеджменту та збереження водних

ресурсів.

Завдяки адаптивності, комбіновані моделі дозволяють інтегрувати різні джерела даних, включаючи інформацію з сенсорів, супутникові спостереження, кліматичні прогнози та інші джерела, що підвищує гнучкість моделей і робить їх доречними для вирішення сучасних викликів в екології. Така методологія дає змогу краще прогнозувати вплив зміни клімату та інших екстремальних умов на екосистеми, що має особливе значення для адаптації до нових екологічних реалій та стратегічного управління природними ресурсами.

Комбіновані підходи також забезпечують високу достовірність результатів за рахунок синергетичного використання алгоритмів машинного навчання, які дозволяють виявляти приховані закономірності, що відображають фундаментальні процеси. Це створює передумови для розвитку нових методологій прогнозування, які можуть враховувати не тільки поточний стан екосистем, але й довгострокові прогнози та сценарії розвитку екологічної ситуації.

.....

Висновки

Вважаємо, що використання комбінованих моделей прогнозування забруднення водних ресурсів є доцільним для забезпечення екологічної безпеки. Інтеграція фізичних моделей із алгоритмами машинного навчання дозволяє краще враховувати антропогенні впливи на екологічні процеси, забезпечуючи достовірні прогнози та ефективне управління водними ресурсами. Це підвищує адаптивність в умовах зміни клімату, покращуючи стратегії захисту довкілля та сприяючи стійкому розвитку екосистем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Генова А.В., Харламова О.В. Застосування методів машинного навчання для моніторингу водних ресурсів. Сталій розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування. IX Міжнародний молодіжний конгрес, 28-29 березня 2024, Україна, Львів : зб. матер. — Електрон. дан. — Київ : Яро́ченко Я. В., 2024. — 246 с. : рис., табл., фот. — on-line.

2. Генова А., Харламова О. Підвищення ефективності геоекологічного моніторингу гідросфери. Комплексне використання ресурсів довкілля [Електронний ресурс] : зб. матер. I Всеукр. наук.-практ. конф. (Луцьк, 20 листопада 2023р.) / Держ. вищ. навч. заклад «Донецький національний технічний університет». – Луцьк: ДВНЗ «ДонНТУ», 2023. С.8–11.

Генова Анастасія Валеріївна — аспірант, PhD 101 «Екологія», Навчально-науковий інститут механічної інженерії, транспорту та природничих наук, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Кременчук, e-mail: matrixx309@gmail.com

Науковий керівник: *Харламова Олена Володимирівна* — д-р техн. наук, доцент кафедри екології та біотехнологій, Навчально-науковий інститут механічної інженерії, транспорту та природничих наук, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Кременчук

Gienova Anastasia V. — PhD student, PhD 101 «Ecology», Educational and Scientific Institute of Mechanical Engineering, Transport and Natural Sciences, Krymenchuk National University named after Mykhailo Ostrohradskyi, Kremenchuk, e-mail: matrixx309@gmail.com

Scientific supervisor: *Kharlamova Olena V.* — Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Ecology and Biotechnology, Educational and Scientific Institute of Mechanical Engineering, Transport and Natural Sciences, Krymenchuk National University named after Mykhailo Ostrohradskyi, Kremenchuk.

ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГО-ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ ГАЗОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Анотація

Дослідження присвячене аналізу впливу розгерметизації газопроводу внаслідок його аварійного розриву на стан навколишнього середовища: розлітання осколків і фрагментів трубопроводу, повітряна ударна хвиля при перетворенні енергії стиснутого газу, горіння з термічним впливом (при загоранні викиду). Одним із шляхів захисту від руйнування трубопроводів може бути захист зовнішньої поверхні від дії теплової радіації термостійким биндажем, завдяки чому запобігти екологічній катастрофі, підвищити надійність та безпеку їх експлуатації.

Ключові слова: екологічна безпека, газопровід, катастрофічне руйнування, руйнівний тиск, концентрація водню.

Abstract

The study is devoted to the analysis of the impact of the depressurization of the gas pipeline due to its emergency rupture on the environment: the flying of fragments and fragments of the pipeline, the air shock wave during the transformation of compressed gas energy, combustion with thermal effects (when the emission ignites). One of the ways to protect against the destruction of pipelines can be to protect the outer surface from the action of thermal radiation with a heat-resistant bandage, thanks to which to prevent an environmental disaster, increase the reliability and safety of their operation.

Key words: environmental safety, gas pipeline, catastrophic destruction, destructive pressure, hydrogen concentration.

Загальна протяжність магістральних газопроводів України, які експлуатуються понад 50 років, становить 29 тис. км, тобто 76% їх загальної протяжності. Їх тривала експлуатація призводить до поступової деградації сталевих конструкцій. Це зумовлює зміну вихідних механічних властивостей трубопровідних сталей, які визначають довговічність матеріалу як елемента конструкції. Оцінку деградації матеріалу та зміни механічних властивостей сталей довгостроково експлуатованих газопроводів проводили за параметром σ_{YS}/σ_{UTS} .

За результатами проведених експериментальних досліджень нами встановлено, що зміна характеристик пластичності та параметра σ_{YS}/σ_{UTS} не є реальним запасом пластичності досліджуваних трубних сталей. Це обґрунтовується впливом поглиненого металом трубопроводу водню, який проникає з транспортованого водневовмісного середовища при тривалій експлуатації. Також нами оцінено вплив об'ємної концентрації водню C_H на міцність низьколегованих сталей

17Г1С та 10Г2БТ. Порівняно отримані результати з критичною концентрацією водню C_H^{cr} в металах трубних сталей X52 та X70. Зроблено висновок про вплив водню на довговічність і ризик виходу з ладу елементів магістральних труб. Визначено зони дії вражаючих факторів при катастрофічному руйнуванню магістральних газопроводів, які є підставою для розрахунку екологічних наслідків аварій [Error! Reference source not found.,2].

Надійна експлуатація магістральних газопроводів залежить від довговічності протикорозійного покриття, які в процесі тривалої експлуатації втрачають еластичність, стають крихкими і зазвичай відшаровуються від поверхні труби. При цьому внаслідок впливу ґрунтових вод на поверхні газопровідної труби зароджуються двовимірні дефекти (пітинги, корозійні виразки, мікротріщини). Інтенсивність зародження і розвитку цих дефектів залежить від напруженого стану металу газопровідної труби, його електродного потенціалу та pH середовища. Дія асиметричного циклічного

навантаження суттєво прискорює розвиток тріщиноподібних експлуатаційних дефектів по товщині газопровідної труби [3], який призводить до виникнення аварійних ситуацій.



Рис.1. Проведення експериментальних досліджень на втомну міцність

У 90% випадків при розгерметизації газопроводу відбувається викид газу через утворення свища у стінці труби діаметром 8-25 мм до моменту усунення витoku. Особливу небезпеку для навколишнього середовища представляють випадки руйнування газопроводу із загоранням газу, що становить майже 10% від загальної кількості аварій [4]. Внаслідок аварійного розриву газопроводу відбуваються такі небезпечні впливи на навколишнє середовище:

- розлітання осколків і фрагментів трубопроводу;
- повітряна ударна хвиля при перетворенні енергії стиснутого газу;
- горіння з термічним впливом (при загоранні викиду).

Тому метою роботи є оцінка умов руйнування труб магістральних газопроводів із зовнішніми осьовими двовимірними дефектами.

Для систем газозабезпечення найбільш придатним є технічний пропан (C_3H_8), оскільки він має високу пружність парів до $-35\text{ }^\circ\text{C}$ (температура кипіння пропану за атмосферного тиску $-42,1\text{ }^\circ\text{C}$). Навіть за низьких температур з балону легко відбирати потрібну кількість парової фази в умовах природного випаровування.



Рис. 2. Визначення місць розгерметизації газопроводів

Критерієм термічного ураження на трубопровід є значення поглинутої дози термічної радіації, яку визначають за формулою:

$$D_{об} = q_{об} \cdot t, \quad (1)$$

де $q_{об}$ – величина теплового потоку на одиницю площі, $\frac{кВт}{м^2}$;

t - тривалість теплового впливу, с.

Залежність ступеню пошкодження обладнання $K_{пош. об.}$ від дози поглинутої теплової радіації $D_{об}$ має вид

(2)

$$K_{пош.об.} = \begin{cases} 0 & \text{при } q_{об} < 12 \text{ кВт} / \text{м}^2 \\ 0,1 & \text{при } D_{об} \leq D_{пор} \\ 0,1 + \frac{D_{об} - D_{пор}}{D_{зр} - D_{пор}} & \text{при } D_{пор} < D_{об} < D_{зр} \\ 1 & \text{при } D_{об} \geq D_{зр} \end{cases}$$

де $D_{пор}$ – порогове значення дози поглиненої теплової радіації ($\text{кДж}/\text{м}^2$), нижче якої обладнання отримує тільки незначні пошкодження ($K_{пош.об.} = 0,1$);

$D_{зр}$ – значення дози поглиненої теплової радіації ($\text{кДж}/\text{м}^2$), вище якої обладнання вважається повністю зруйнованим.

Отже, знаючи ступінь пошкодження обладнання $K_{пош. об.}$ від дози поглинутої теплової радіації $D_{об}$, можна визначити порогове значення тривалості теплового потоку $t_{пор}$, при досягненні якого обладнання (трубопровід) залишається роботоздатним, отримуючи незначні пошкодження, що дозволить розробити конструкцію теплового екрану для захисту від руйнування паралельних ниток у технологічному коридорі, запобігти екологічній катастрофі, підвищити надійність та безпеку їх експлуатації.

Таким чином, у результаті проведених досліджень:

1 Запропоновано математичну модель розв'язання нестационарної задачі теплопровідності знаходження температурного поля для порожнинного циліндра, що моделює трубопровід. Розв'язок дозволяє визначити температурне поле трубопроводу при дії на нього теплової радіації від пожежі за сценарієм «пожежа у котловані» при руйнуванні іншого трубопроводу у технологічному коридорі.

2 Встановлено, що одним із шляхів захисту від руйнування трубопроводів у технологічному коридорі при руйнуванні одного з них може бути захист зовнішньої поверхні від дії теплової радіації термостійким бандажем, що дозволяє розсіювати тепловий потік від горіння газу на протязі певного часу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Говдяк Р.М., Семчук Я.М., Чабанович Л.Б., Шелковський Б.І., Кривенко Г.М. Енерго-екологічна безпека нафтогазових об'єктів. Івано-Франківськ: Лілея-НВ, 2007. 554 с.
2. Мандрик О.М. Розвиток наукових основ підвищення екологічної безпеки при транспортуванні природного газу. Дис. д.т.н. Івано-Франківськ, 2013. 345 с.
3. Говдяк Р.М., Коснірев Ю.М. Кількісний аналіз аварійного ризику газотранспортних об'єктів підвищеної небезпеки. Львів: Кальварія, 2007. 160 с.
4. Poberezhny, L., Hrytsanichuk, A., Mandryk, O., ...Mishchuk, B., Rudyak, Yu. Gas hydrates impact on corrosion of the well flow lines material. Archives of Materials Science and Engineering, 2021, 110(1), pp. 5–17.

Туць Олег Михайлович – аспірант кафедри екології Івано-Франківського національного технічного університету нафти і гагу, м. Івано-Франківськ, e-mail: olehtuts@ukr.net

Мандрик Олег Миколайович – д.т.н., проф. кафедри екології Івано-Франківського національного технічного університету нафти і гагу, м. Івано-Франківськ. oleh.mandryk@nung.edu.ua

Oleh M. Tuts – postgraduate of the Department of Ecology, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, e-mail: olehtuts@ukr.net

Oleh M. Mandryk – Ph.D. (Doctor of Technical Sciences), professor of the Department of Ecology, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk. oleh.mandryk@nung.edu.ua

COMPETITIVENESS OF INVASIVE SPECIES OF WEEDS AND THEIR NEGATIVE IMPACT ON THE ECOLOGICAL STATE OF BIODIVERSITY

Lviv National Environmental University

Анотація. Зменшення щільності зростання та ослаблення біорізноманіття є однією з найважливіших екологічних проблем сучасності, що суттєво впливає на функціонування екосистем. Інвазивні види бур'янів, завдяки своїм адаптивним особливостям, створюють серйозну загрозу як природним, так і аграрним екосистемам, витісняючи місцеві види та порушуючи екологічний баланс. Дослідження, виконані на території західного Лісостепу України (2018-2023 рр.), показали, що інвазійні види адаптуються і активно розвиваються на легких за гранулометричним складом ґрунтах. Глобальні зміни клімату сприяють процесам деградації біорізноманіття. Наукові рекомендації контролювання інвазивних видів рослин ґрунтуються на виконанні системи заходів з моніторингу, очищення техніки, використання сертифікованого насіння, знищення заражених рослин та обмеження їх проникнення і „міграції”.

Ключові слова: бур'яни, інвазія, екологія, деградація біорізноманіття.

Abstract. The decrease in the density of growth and weakening of biodiversity is one of the most important environmental problems of our time, which significantly affects the functioning of ecosystems. Invasive weed species, due to their adaptive features, pose a serious threat to both natural and agricultural ecosystems, displacing local species and disrupting the ecological balance. Research carried out in the territory of the Western Forest Steppe of Ukraine (2018-2023) showed that invasive species adapt and actively develop on soils with a light granulometric composition. Global climate changes contribute to the degradation of biodiversity. Scientific recommendations for the control of invasive plant species are based on the implementation of a system of monitoring measures, cleaning of equipment, use of certified seeds, destruction of infected plants and limitation of their penetration and "migration".

Key words: weeds, invasion, ecology, degradation of biodiversity.

The depletion of biodiversity is one of the most significant environmental problems of our time, which has serious consequences for ecosystems and human society. Invasive weed species, due to their adaptive properties and ability to rapidly multiply and spread, become one of the main threats to natural and agricultural ecosystems. Species entering new environmental conditions mainly compete with local plant species for resources and suppress their biodiversity [1-2].

Suppression of biodiversity affects the sustainability of ecosystems and their functionality. Invasive weeds influence the change in the structure of plant communities, disturb the natural balance and lead to a decrease in the productivity of agricultural crops. At the same time, they are able to influence the phytosanitary properties of the soil and air, the water regime and the general ecological state of the range of their distribution [3].

It is worth noting that more than 60% of the natural ecosystems of our planet are already degraded, and invasive plant species are a threat to their existence. According to the influence on the natural ecosystems of the planet, of which only 40% have been preserved in our country, experts at the global level have recognized invasive species among the five determining factors (change in natural habitats, climate change, invasive species, techno- and anthropogenic load, pollution (nitrogen, by phosphorus) [4-5]. Unfortunately, it is also important to add the full-scale invasion of Russia into the territory of Ukraine, which, of course, has a negative effect on the intensification of invasive processes in the near future.

Scientists have been recording the migration of alien species of plants to the territory of Eastern Europe for several decades, together with the growth of economic activity on the planet and the development of international trade. Global climate changes only accelerate this process [6].

Having appeared in a new territory, invasive species show their rather aggressive characteristics: they suppress the plants that originally grew, interrupt the connections established for thousands of years in ecosystems and lead to floristic pollution of the territory, as a result of which the aboriginal flora is impoverished [7].

Biodiversity of Ukraine is "occupied" by widely known and not yet common representatives of invasive plants: *Ambrosia artemisiifolia* L., *Heracleum sosnowskyi* M., *Solidago canadensis*, *Erigeron canadensis* L., *Delphinium*, *Cicuta virosa* L., *Asclepias syriaca*, *Phytolacca americana* L., *Iva xanthiifolia*, *Acer negundo*, *Xanthium strumarium* L., *Elaeagnus angustifolia* etc. Information about these plants should be as accessible as possible not only to specialists in the agricultural sector, but also to the general population (starting with preschool education institutions) [8].

As a result of suppression of local plant species, local species of animals, fungi, various microorganisms, which built trophic relations with the aboriginal flora for many centuries, disappear. That is why the invasion of an alien species leads to the death of a large number of species of flora and fauna, and in such an environment only one or several alien species dominate [9].

Recent studies have shown that the most species-rich ecosystems are the most vulnerable to invasions. This is confirmed by the results of research by scientists in North America, Australia, South Africa, the Hawaiian Islands, California, and the Mediterranean, where ecosystems with a high level of biodiversity were particularly sensitive to new invasions [10-11].

Since 2018, we have started monitoring the presence and spread of invasive weed species on the territory of the Western Forest Steppe of Ukraine. .

An analytical review of literary sources [12-15] and our observations indicate that the physical properties of soils and climatic conditions (in particular, annual precipitation, average air temperature, evaporation index) are the main factors that determine the degree of spread of invasive weeds. It has been established that uncompacted and light granulometric composition of soils is more favorable, compared to other soil types, for the adaptation, development and spread of invasive plant species.

Our analysis of long-term meteorological data shows a tendency to decrease the amount of atmospheric precipitation and its extremely uneven distribution in the summer period, which is accompanied by an increase in the average annual temperature and, as a result, an increase in annual evaporation. Such conditions create favorable opportunities for the expansion of alien plant species on the territory of Ukraine. A decrease in precipitation and an increase in air temperature contribute to the spread of invasive species, because they are able to adapt to changing conditions faster than native plants that are already under environmental stress.

Our research results indicate that it is necessary to focus attention on the development of effective strategies for controlling invasive plant species and adapting agrotechnical and environmental protection measures to new climatic conditions to prevent further degradation of biodiversity and support the ecological stability of the region. They are initially aimed at the management of individual species and gradually develop into more complex integrated management strategies. It is important to consider the long-term impact of selected control programs on the ecosystem to ensure the effectiveness and sustainability of the measures.

Among the main tasks of combating invasive species, the prohibition of their planting, reproduction and distribution takes first place.

At the same time, it is necessary to consider each species separately, taking into account its invasive characteristics. To prevent the spread of invasive plants, it is advisable to take the following measures:

1. Cleanliness of vehicles and equipment. Vehicles and equipment must be cleared of invasive plants and seeds to avoid their accidental transfer to new areas.

2. Minimization of soil disturbance. During construction and maintenance, soil disturbance must be minimized to avoid creating favorable conditions for the propagation of invasive plants.

3. Creation of a group of medicinal plants. Promoting the formation and maintenance of healthy plant communities that can reduce the impact of invasive species.

4. Restriction of movement/movement of contaminated soil and gravel. Movement of soil or gravel containing weeds should be limited to prevent their spread.
5. Use of certified seed mixtures. Use of certified weed-free seed mixtures.
6. Disposal of infected plants and introduction of quarantine areas. Timely disposal of invasive plants in infected areas and fight against new cases of infestation.
7. Control of processes of movement/spread of invasive plant species. Preventing the movement and limiting the spread of invasive plants between adjacent land plots or administrative territories.
8. Control of processes of movement/spread of invasive plant species by transport routes. Highways, railroads, and waterways often serve as corridors for the spread of invasive plants.
9. Protection of uninfected territories. Protection of territories clean from invasive plant species from pollution.
10. Information campaigns. Informing the general public about the dangers of limited-spread weeds through the production and distribution of informational materials (books, booklets, tables, posters, albums, visualization, information technology, training, conferences).
11. Storage of equipment. Keeping machinery and vehicles clean to prevent the accidental transfer of invasive plant species.

The specified measures are part of a complex and integral component of the strategy, which must be adapted to the specific conditions and types of invasive plant species in order to achieve the maximum effect in the fight against them and maintain the ecological sustainability of the territories.

References

1. Shuvar I., Korpita H. Herbological condition and herbicide control of potato agrophytocenosis in the western part of Ukraine. *Folia pomeranae universitatis technologiae stetinensis. Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin., Agric., Aliment., Pisc., Zootech.* 2020, 355(54)2, 31-38.
2. Stohlgren T.G., Barnett D.T., Kartesz J.T. The rich get richer: patterns of plant invasions in the United States // *Front. Ecol. Environ.* 2003. 1. P. 11-14.
3. Lenda, M., Steudel, B., Skórka, P. et al. Multiple invasive species affect germination, growth, and photosynthesis of native weeds and crops in experiments. *Sci Rep* 13, 22146 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-48421-w>
4. Andreotti, G., Koutros, S., Hofmann, J.N., Sandler, D.P., Lubin, J.H., Lynch, C.F. et al. (2018) Glyphosate use and cancer incidence in the agricultural health study. *JNCI: Journal of the National Cancer Institute*, 110, 509-516
5. Herbological atlas-handbook of Ukraine / Shuvar I.A., Gudz V.P., Yunyuk A.A., Korpita G.M. Vinnytsia. Tvory LLC. 2020. 388 p.
6. Hudz V. P., Primak I. D., Tanchyk S. P., Shuvar I. A. Agriculture. Textbook. / Edited by V. P. Gudzia, Center for Educational Literature, 2014. 492 p.
7. General herbology: monograph / O.O. Ivashchenko, O.O. Ivashchenko. NAAS, Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, Institute of Plant Protection of NAAS. 2019. 752 p.
8. Korpita H. M., Shuvar I. A., Dudar O. O. Protection of potato crops from weeds in the conditions of the Western Forest Steppe of Ukraine. *Bulletin of the Lviv National Agrarian University: agronomy.* 2020 No. 24. P.98.
9. Shuvar I.A. Ecological and herbological monitoring and forecasting in agrocenoses: Study. manual; Under the editorship I.A. Shuvara / I.A. Shuvar, V.P. Gudz, A.M. Shuvar, and others. Lviv: "Ukrainian Technologies" Scientific Research Institute, 2011. 208p.
10. Shuvar I.A., Korpita H.M. Influence of elements of cultivation technology on weediness and productivity of spring barley and potatoes. *Collection of scientific works of the National Research Center "Institute of Agriculture of the National Academy of Sciences"*, 2016. No. 3-4, pp. 71-81.
11. Shuvar I. A., Korpita H. M., Yunyuk A. V. Productivity of spring barley and potatoes in agrocenoses of the western forest-steppe of Ukraine: monograph. Lviv: Ukrainian Technologies, 2019. 152p.
12. Shuvar I.A., Shuvar A.I., Boyko I.E. and others. *Asclepias syriaca* and its place in the agrobiodiversity niche. *Farmer*, 2013. No. 1-2. P. 28-32.

13. Shuvar I., Korpita G., Shuvar A. Little-known weed plant spreads intensively. *Farmer*, 2020. P.52-55.
14. Shuvar I.A. Ecological basis of reduction of weediness of agrophytocenoses. Lviv: "Novy Svit" - 2000, 2008. 496p.
15. Shuvar I.A., Gudz V.P., Shuvar A.I. Particularly dangerous plants of Ukraine. Education manual /Editor's note I. A. Shuvar. Center of educational literature. 2013. 192 p.

Корпіта Ганна Михайлівна — кандидат с.-г. наук, в.о. доц. кафедри генетики, селекції та захисту рослин, Факультет агротехнологій та екології, Львівський національний аграрний університет, м. Дубляни, e-mail: korpita@ukr.net

Шувар Іван Антонович — доктор с.-г. наук, професор, професор кафедри технологій у рослинництві, Факультет агротехнологій та екології, Львівський національний аграрний університет, м. Дубляни, e-mail: shuvaria@ukr.net

Korpita Hanna M. – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Lviv National Environmental University, Lviv

Shuvar Ivan A. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Lviv National Environmental University, Lviv

АНАЛІЗ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ МІСТА МИКОЛАЄВА

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Анотація.

Проведено дослідження якості питної води по районах міста Миколаєва, а також у Чорноморському національному університеті імені Петра Могили до та після очищення. Визначено, що вода в місті Миколаєві містить перевищення за кількома критичними показниками, такими як жорсткість, сульфати та мінералізація. Показано, що найнебезпечнішим є високий рівень мінералізації, лужності та жорсткості води.

Ключові слова: екологічна безпека, якість питної води, гідрохімічні показники.

Abstract.

A study was conducted on the quality of drinking water in different districts of Mykolaiv, as well as at Petro Mohyla Black Sea National University, before and after purification. It was found that the water in Mykolaiv exceeds several critical parameters, such as hardness, sulfates, and mineralization. The most concerning are the high levels of sulfates, and water hardness.

Keywords: environmental safety, water security, water resources, quality of drinking water, hydrochemical indicators.

Воєнні конфлікти формують та руйнують соціально-екологічні системи та послаблюють їхню здатність задовольняти основні потреби місцевих спільнот. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, близько 80% усіх захворювань людей залежить від якості питної води [1]. У зв'язку з російською агресією було пошкоджено водогін 12-го квітня 2022 року, який постачав воду з річки Дніпро на Херсонщині до Миколаєва. З часом було ухвалено рішення підключитися до водозабору технічної води з Бузького лиману. З 6 травня вода до міської водопровідної мережі стала подаватися з Бузького лиману, попередньо проходячи часткове очищення на очисних спорудах водопроводу.

Для визначення гідрохімічних показників, використовували фотометричний метод аналізу. Аналіз питної води відбувався по районах міста Миколаєва, а також у Чорноморському національному університеті імені Петра Могили до та після очищення. Визначено, що деякі показники якості води, яка подається до централізованої системи водопостачання Миколаєва з Бузького лиману, перевищують норми гранично допустимої концентрації. На рис. 1 подано графік мінералізації питної води міста Миколаєва, який свідчить, що показник мінералізації у багатьох пробах значно перевищує ГДК.

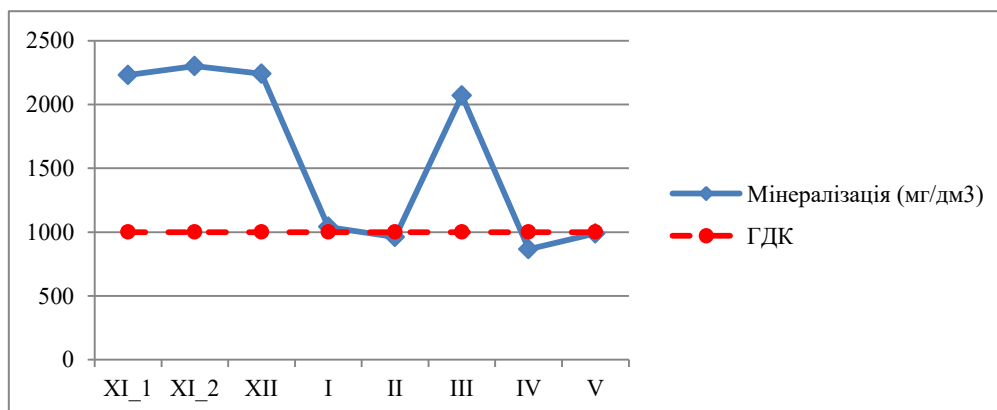


Рис. 1. Динаміка показника мінералізації у пробах питної води міста.

Вода, яка подається до централізованої системи водопостачання Миколаєва не відповідає вимогам Державних санітарних норм та правилам «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» [2].

Аналіз якості питної води міста Миколаєва, проведений з листопада 2023 по травень 2024 року, показав значні відхилення від нормативних показників у ряді параметрів. Температурні коливання води знаходяться в межах норми ($10,3^{\circ}\text{C}$ – $21,5^{\circ}\text{C}$), а рівень рН варіювався від 7,0 до 7,8, що свідчить про нейтральний або слабколужний характер води. Однак, серйозною проблемою є перевищення лужності у всіх пробах, з максимальним значенням 508 мг/дм^3 , що може призвести до утворення відкладів у водопровідних системах. Кальцієва жорсткість також значно перевищує допустимі межі, досягаючи 4895 мг/дм^3 , які можуть спричинити утворення накипу на трубах та обладнанні.

Суттєво перевищені показники сульфатів, з максимальними значеннями до 1830 мг/дм^3 , що може спричинити корозію трубопроводів та негативно впливати на смакові якості води. Вміст загального заліза в деяких випадках перевищує норму, досягаючи $1,22\text{ мг/дм}^3$, що може призводити до утворення осаду у воді.

Деякі проби показали перевищення допустимого рівня важких металів, що може свідчити про техногенне забруднення. Водночас рівень загального хлору відповідає нормам, що свідчить про належний контроль процесу хлорування. Мінералізація води у ряді випадків також перевищувала норму, досягаючи 2300 мг/дм^3 , що вказує на забруднення солями та неорганічними речовинами.

Окремо слід відзначити перевищення норм каламутності, що свідчить про високий рівень забруднення суспензіями або органічними речовинами. Нітрати також перевищували допустимі значення в деяких пробах, досягаючи 315 мг/дм^3 , що є потенційною загрозою для здоров'я.

Загалом, аналіз показав серйозні проблеми з якістю питної води у місті Миколаєві, серед яких найбільше занепокоєння викликають перевищення норм лужності, жорсткості, сульфатів, загального заліза, мінералізації, каламутності та нітратів. Ці відхилення можуть негативно впливати на стан водопровідних систем та здоров'я населення, потребуючи подальших заходів для покращення якості води. Також було проведено аналіз якості води по районах міста Миколаєва.

Якість води в усіх районах потребує покращення, особливо через високий рівень сульфатів, жорсткості води, лужності, заліза загального та мінералізації. Вода з підвищеним вмістом сульфатів, важких металів та інших речовин небезпечна для здоров'я населення. Споживання такої води може викликати різні захворювання, зокрема захворювання нирок, печінки, шкіри, а також може спричинити накопичення токсинів у організмі. Висока каламутність свідчить про недостатню якість очищення води, що може створювати додаткові ризики для здоров'я, особливо для вразливих категорій населення. Жорстка вода, що містить високий рівень кальцію та магнію, призводить до утворення накипу в побутових приладах.

Забруднення води також має негативні наслідки для навколишнього природного середовища, а саме пошкодження водних екосистем через евтрофікацію та загальне забруднення водних ресурсів токсичними елементами.

Вода з високим вмістом сульфатів може підвищувати кислотність ґрунтів, що призводить до деградації рослинного покриву, зокрема загибелі водних та прибережних рослин.

Збільшення солоності води може спричинити осолонення ґрунтів, що унеможливує ріст багатьох культур і погіршує стан екосистем, пов'язаних з водою.

Вода з підвищеною жорсткістю, яка потрапляє у водні екосистеми, може негативно впливати на організми, які залежать від чистої води з низьким вмістом солей. Це може призвести до втрати біорізноманіття у місцевих водоймах.

Підвищена мінералізація води може змінювати склад водних екосистем, що ускладнює життєдіяльність деяких видів риб та інших організмів, які чутливі до змін хімічного складу води. Це також може порушувати природний кругообіг речовин у водоймах.

Перевищення гідрохімічних показників також мають негативні наслідки для системи водного сервісу. Високий вміст сульфатів і кальцієвої жорсткості сприяє прискоренню корозії труб. Це призводить до частіших поломок у системі водопостачання, втрат води через протікання, підвищення вартості ремонту та заміни інфраструктури. Забруднення важкими металами, високий вміст мінералів і хімічних речовин погіршує якість води для побутового використання, що викликає необхідність додаткової очистки на етапі подачі до споживачів. Високий вміст розчинених солей та інших хімічних сполук призводить до швидшого зношування фільтрів, насосів та іншого обладнання, що

потребує частішого обслуговування та заміни. Це збільшує витрати на утримання водної інфраструктури [3; 4].

Для дослідження якості води до та після очищення в Чорноморському національному університеті використовували технологію зворотного осмосу. На рис.2. подано результати аналізу питної води міста Миколаїв до та після очищення.

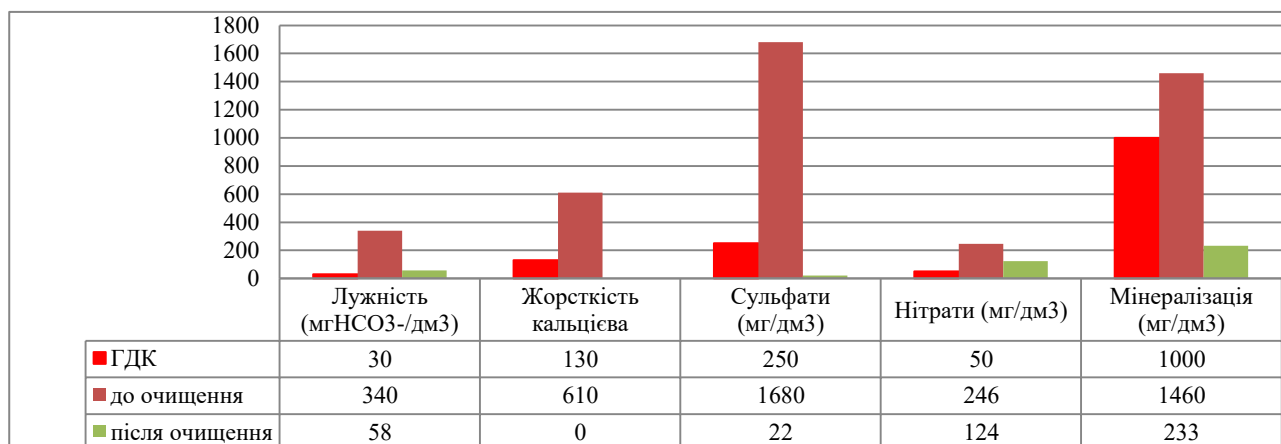


Рис.2. Результати аналізу якості питної води до та після очищення за допомогою технології зворотного осмосу.

Аналіз проб води довів ефективність технології системи зворотного осмосу для очищення питної води. Проведені аналізи показують суттєве зменшення рівня домішок, які перевищують гранично допустимі концентрації (ГДК), зокрема сульфатів, амонію, металів та жорсткості. Особливо важливими є дані щодо суттєвого зниження мінералізації води, що позитивно впливає на її якість. Проте, залишається проблема нітратів, які навіть після очищення часто перевищують ГДК, що вказує на необхідність контролю технологічних режимів або відповідного налагодження системи очищення.

Перевищення гідрохімічних показників якості питної води може мати серйозні наслідки як для системи водопостачання, так й для здоров'я людини.

Заходи щодо покращення якості води: необхідно вжити заходів з очищення води від надмірної мінералізації, сульфатів та жорсткості, а також посилити контроль за джерелами забруднення для запобігання подальшого погіршення якості води.

Результати аналізу води у місті Миколаєві надають науково обґрунтовані дані для подальших досліджень та дозволяють адаптувати технології очищення води відповідно до локальних умов та потреб.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Неякісна вода-як фактор ризику виникнення інфекційних та неінфекційних захворювань [Електронний ресурс] // Головне управління Держпродспоживслужби в Миколаївській області. – Режим доступу: <https://dpssmk.gov.ua/neiakisna-voda-iaak-faktor-ryzyku-vynyknennia-infektsiynykh-ta-neinfektsiynykh-zakhvoriuvan/> (дата звернення: 15.09.2024)
2. Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»: Наказ від 12 трав. 2010 р. № 400. – [Електронний ресурс]. // Верховна Рада України. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text> (дата звернення: 15.09.2024)
3. Мітрясова О. П. (2022) Оцінювання стану водного об'єкту як умова попередження екологічного ризику. Подолання екологічних ризиків та загроз для довкілля в умовах надзвичайних ситуацій // Збірка матеріалів доп. учасн. І Міжнародної наук.-практ. конф. Полтава, Львів (2022).
4. О.П. Мітрясова, В. М. Смирнов, А. Д. Мац (2023). Екологічна якість вод Бузького лиману відповідно водної рамкової директиви // Збірник тез XVII Міжнародної наукової конференції «Радіаційна і техногенно-екологічна безпека людини та довкілля: стан, шляхи і заходи покращення» // «Ольвійський форум – 2023: стратегії країн Причорноморського регіону в геополітичному просторі» // Миколаїв: Чорноморський національний університет імені Петра Могили, 2023. 53–56.

Мітрясова Олена Петрівна – д.пед.н., проф., проф. кафедри екології Чорноморського національного університету імені Петра Могили, Миколаїв, Україна; e-mail: eco-terra@ukr.net

Ковальська Олександра Ігорівна – аспірантка кафедри екології, Чорноморського національного університету імені Петра Могили, Миколаїв, Україна; e-mail: alexandraschwarz2313@gmail.com

Mitryasova Olena - Doctor of Sciences, professor of the Ecology Department, Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv, Ukraine, e-mail: eco-terra@ukr.net

Kovalska Oleksandra, PhD student of the Ecology Department, Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv, Ukraine; e-mail: alexandraschwarz2313@gmail.com

ДЕРЖАВНА ЕКОЛОГІЧНА ІНСПЕКЦІЯ УКРАЇНИ. ІНТЕГРАЦІЯ ДО ПРИРОДООХОРОННОЇ СПІЛЬНОТИ ЄС

Інститут агроекології і природокористування НААН України

Анотація. Стаття присвячена реформуванню Державної екологічної інспекції України задля інтеграції до природоохоронної спільноти ЄС. Запропоновано розроблення уніфікованих кваліфікаційних критеріїв та нормативів згідно напрямків діяльності працівників екоінспекції, а також систем конкурсного відбору фахівців відповідно до профілю їх роботи. Звертається увага на перевірку професійної обізнаності у процесі підбору кадрів, вказано теми, пов'язані зі знанням законодавства, на які слід акцентувати увагу. У процес кадрового відбору рекомендовано включити психотехнічний і теоретичний тестові випробування та особисту співбесіду.

Ключові слова: Державна екологічна інспекція України, реформування, кадровий відбор

Abstract. The article is devoted to the reform of the State Environmental Inspectorate of Ukraine for integration into the EU environmental community. It is proposed to develop unified qualification criteria and standards in accordance with the areas of activity of environmental inspectors, as well as systems for competitive selection of specialists in accordance with their work profile. Attention is drawn to checking professional awareness in the process of recruitment, and the topics related to knowledge of legislation that should be emphasised are indicated. It is recommended to include psychotechnical and theoretical tests and personal interviews in the personnel selection process.

Keywords: State Ecological Inspectorate of Ukraine, reforms, personnel selection

Вступ

Державна екологічна інспекція України (ДЕІ) покликана виконувати своє основне завдання з контролю та нагляду за тією діяльністю та об'єктами, які можуть негативно вплинути на навколишнє середовище. У країнах європейської спільноти екологічна інспекція виконує ще одне важливе завдання – підвищувати обізнаність та інформувати задля запобігання та уникнення будь-якої шкоди навколишньому середовищу, тим самим сприяє покращенню екологічних показників об'єктів і діяльностей.

Наразі визнано, що Державна екологічна інспекція України не виконує у повній мірі і своє основне завдання – не захищає довкілля, неефективно розпоряджається своїми ресурсами та повноваженнями, є корумпованою. Довіра до неї суспільства і бізнесу втрачена.

Мета роботи – висвітлити необхідність реформування Державної екологічної інспекції України крізь призму інтеграції до природоохоронної європейської спільноти та усунення корупційних складових.

Матеріали та методи. Використано методи аналізу наукових джерел, публікацій природоохоронних організацій, вітчизняних та закордонних державних структур, синтезу та узагальнення для досягнення мети дослідження.

Результати дослідження

Необхідність кардинально змінити підходи до контролю та нагляду, щодо захисту довкілля від шкідливих впливів породила законопроект № 3091 “Про державний екологічний контроль” (2021 р.), що мав на увазі реформу державного екологічного контролю [1]. Важливим стимулом стала перспектива вступу України до ЄС і у зв'язку з цим вимога Європейської комісії щодо необхідності реформування сфери екологічного контролю. Визнаними недоліками у роботі екологічної інспекції є наступні.

Держекоінспекція не працює на попередження негативних наслідків для довкілля, бо не має повноважень терміново реагувати на дії, які несуть загрозу довкіллю та здоров'ю громадян через

бюрократичні перепони, як то тяганина заради дотримання формальностей при підготовці ряду документів. Тобто, наразі ДЕІ лише здійснює перевірки та фіксує як постфактум завдану довкіллю шкоду.

Розповсюджена практика недопуску представників екоінспекції до перевірки роботи газочисних та водоочисних споруд та установок, місць складування відходів тощо. А мізерні розміри накладених за це штрафів провокують аналогічні дії у подальшому, формують відчуття всюдозволеності та безкарності за порушення природоохоронного законодавства.

Інша проблема, на перший погляд не така вже й значна, – недофінансування у сфері польових та лабораторних досліджень. Проте, недозабезпечення лабораторно-інструментальним обладнанням, реактивами та допоміжними матеріалами у результаті виливається у обмежений перелік визначуваних показників якості повітря, води, ґрунту. Як наслідок маємо недостовірні висновки про стан якості довкілля.

Дають про себе знати недоліки професійних знань та спроможностей здійснювати інспекційний контроль на дослідних майданчиках та у лабораторіях екоінспекції. Це проблема корумпованості. Згідно законопроекту [1] реформа ДЕІ неможлива без усунення корупційної компоненти (і це правильно), на що пропонується підвищення рівня прозорості, коли керівництво ДЕІ буде обиратися на відкритому конкурсі і буде піддаватися зовнішньому контролю.

Важливо було б:

- запровадити систему регулярного внутрішнього навчання та інформування працівників установ про діяльність системи інспектування, роботу інших установ, зміни та нововведення у нормативно-правовій базі;
- організувати практичний обмін досвідом з виїздом на об'єкти контролю з іншими територіальними підрозділами;
- створити державну систему централізованого підвищення кваліфікації працівників.

Проте найважливішим є запровадження системи кадрового відбору. Для цього потрібно розробити уніфіковані кваліфікаційні критерії та нормативи згідно напрямків діяльності працівників екоінспекції, а також систему конкурсного відбору фахівців відповідно до профілю їх роботи (спеціалізації).

У цьому процесі доречними були би наступні тестові випробування (у порядку їх реалізації): психотехнічний і теоретичний тест та особиста співбесіда.

Підсумкова кваліфікація (оцінювання) повинна складатися за результатами цих випробувань.

Що варто було би врахувати у психотехнічному тестуванні, так це:

- освіта та її рівні;
- досвід роботи в галузі екології та охорони довкілля або лабораторного контролю, стажування або волонтерства у навчальних центрах або природоохоронних об'єктах;
- додаткове навчання: навчальні курси, вебінари, семінари;
- наукові та науково-публіцистичні праці.

Теоретичні тести повинні торкнутись знання правових питань:

- конституційного права (Навколишнє середовище у Конституції України. Розподіл повноважень у питаннях навколишнього середовища);
- адміністративного права (Кримінальний кодекс: Злочини проти природних ресурсів і довкілля. Злочини, що стосуються охорони рослинного і тваринного світу. Процедура накладення санкцій. Принципи накладення санкцій, терміни та подання).

Безумовно важливою є професійна обізнаність. Тут важливими будуть теми пов'язані зі знанням законодавства про атмосферне повітря, природні та стічні води, відходи; дозволи на викиди та скиди забруднюючих речовин; світлове забруднення, шумове забруднення. Доречним буде введення тем:

- 1) Екологічні плани і програми, їх цілі.
- 2) Перелік основних забруднювачів довкілля. Фізико-хімічні характеристики забруднювачів, напрями їх біологічної дії.
- 3) Законодавство про охорону природи та біорізноманіття. Види, яким загрожує зникнення. Плани збереження та відновлення. Основні ендеміки та інвазійні види.
- 4) Державне законодавство про лісове господарство. Основні породи дерев і кущів, які населяють територію, їх ботанічні та культурні характеристики. Шкідники та хвороби. Комплексні плани боротьби з ними. Відтворення лісів. Основні лісокультурні обробки. Поводження з лісовими відходами. Інвентаризація лісів.

5) Нормативні акти з питань полювання та рибальства. Види дичини та риби, що являють найбільший інтерес, проблеми їх збереження. Технічні плани полювання та інші інструменти планування та управління.

6) Законодавство про лісові пожежі. Надзвичайні ситуації, викликані ними. Профілактика лісових пожеж. Гасіння лісових пожеж: Види лісових пожеж; причини; форми та частини пожежі; рослинне паливо; кліматичні і топографічні фактори; засоби пожежогасіння; прогноз поведінки пожежі. Відновлення вигорілих ділянок.

7) Законодавство про заповідні природні території. Режим охорони. Порушення та санкції. Принципи використання та управління, плани сталого розвитку. Мережа охоронюваних природних просторів. Освіта та екологічне волонтерство.

8) Охорона навколишнього середовища на європейському та міжнародному рівні: Директива 92/43/ЄС «Про збереження природних оселищ та видів природної фауни і флори» [2], програма Natura 2000 [3], Програма LIFE (фінансовий інструмент Європейського Союзу для реалізації заходів із захисту довкілля та боротьби зі змінами клімату) [4], Декларація Ріо-де-Жанейро про навколишнє середовище і розвиток 1992 [5], RAMSAR Convention (Рамсарська конвенція про водно-болотні угіддя, що мають міжнародне значення) [6], Вашингтонська Конвенція про міжнародну торгівлю видами дикої фауни і флори, що перебувають під загрозою зникнення (CITES) [7] тощо.

9) Інтерпретація топографічних планів: масштаби; контурні лінії; умовні знаки. Планові розрахунки: відстані; висоти над рівнем моря. ... GPS та ГІС.

10) Екологічні перевірки: Плани перевірок. Протоколи дій. Ланцюг відповідальності. Адміністративні дії: складання та скасування протоколів, та підготовка звітів ... тощо.

Усі результати відбіркових випробувань кандидатів на посади у екологічних інспекціях та їх професійні характеристики (освіта, практична робота) повинні заноситись до відкритого банку вакансій кандидатів. По завершенні повинні бути виділені списки як обраних кандидатів, так і невибраних членів випробувань у черговості отриманих бальних оцінок, що полегшить у подальшому пошук фахівців на посади, що «відкриватимуться».

Даний порядок відбору кандидатів дасть можливість за потреби перевірити законність підбору на посади, а для громадськості надасть додаткові можливості для контролю за роботою екологічної інспекції.

Комітет Верховної Ради з питань екологічної політики та природокористування у першому читанні затвердив нову редакцію законопроекту про державний екологічний контроль № 3091. Це було ще у 2021 р. Наразі Євроінтеграційний характер законопроекту і включення його до переліку обов'язкових для вступу України в ЄС ще не відкрив йому дорогу до прийняття у якості закону, хоча заяви про введення у дію звучать.

Висновки

Впровадження нового формату Державної екологічної інспекції України, співзвучної з провідними практиками Європейського Союзу, сприятиме активній результативній інтеграції України у європейський простір із захисту довкілля, поверне довіру до контрольних органів з боку бізнесових структур та громадськості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Проект Закону про державний екологічний контроль. URL: https://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=68186 (дата звернення: 21.08.2024).

2. Рекомендація 2001/331/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 4 квітня 2001 року, що передбачає мінімальні критерії щодо екологічних інспекцій у державах-членах. *Official Journal L*. 2001. 118. 41–46.

3. Василюк О.В., Куземко А. А., Борисенко К. А. Проектування і збереження територій мережі Емеральд (Смарагдової мережі): методичні матеріали. Київ: «LAT & K», 2019. С.25.

4. Розробка ключових законодавчих актів щодо охорони біорізноманіття в лісах: адаптація українського законодавства до вимог ЄС / Кагало О та ін. 2015. 265 с. URL: https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/development_of_legislation_for_biodiversity_protection__ua_.pdf (дата звернення: 21.08.2024).

5. Programme Life. URL: https://cinea.ec.europa.eu/programmes/life_en (дата звернення: 21.08.2024).

6. Суєтнов Є. П. Декларація Ріо-де-Жанейро щодо навколишнього середовища та розвитку (1992). Велика українська юридична енциклопедія. : у 20 т. Харків, 2018. Т. 14. Екологічне право. С. 189–190.

7. Андрусевич А., Андрусевич Н., Козак З. Довідник чинних міжнародних договорів України у сфері охорони довкілля. Львів, 2009. 203 с.

Андрусяк Дмитро Васильович – PhD, молодший науковий співробітник, Інститут агроекології і природокористування НААН України, м. Київ, e-mail: kampodi@ukr.net

Andrusiak Dmytro V. – PhD, junior researcher, Institute of Agroecology and Nature Management, NAAS of Ukraine, Kyiv, e-mail: kampodi@ukr.net

ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ, КАТАСТРОФИ ТА ЇХ ПОДОЛАННЯ

Таврійський національний університет імені В. І. Вернадського

Анотація

Репрезентовано підхід до дослідження екологічних ризиків і катастроф, можливих наслідків та шляхи їх мінімізації та подолання. Наведено попередній аналіз впливу руйнувань та затоплень, що відбулися через підриг Каховської ГЕС та військові дії у Криму, на екосистеми.

Ключові слова: екологічна катастрофа, екосистеми, теорія катастроф

Abstract

The approach to the study of environmental risks and disasters, possible consequences and ways of minimizing and overcoming them is represented. A preliminary analysis of the impact of the destruction and flooding caused by the explosion of the Kakhovskaya HPP and the military operations in Crimea on ecosystems is provided.

Keywords: ecological disaster, ecosystems, theory of catastrophes

Вступ

Відомо, що катастрофи відбуваються як завдяки природним явищам (природні катастрофи), так в наслідок діяльності людини, тобто носять техногенний (або антропогенний) характер (Рис.1). Природні катастрофи обумовлені збігом несприятливих обставин, які «запускають» механізм біфуркації і переводять конкретну локальну систему у нестабільний стан. Причинами техногенних катастроф можуть бути наступні чинники: людський фактор, процеси старіння компонентів систем, невдалі конструкції, вплив зовнішніх чинників (природних або антропогенних), невідпрацьована технологія, відсутність адекватних знань, військові та терористичні дії.

Метою роботи є аналіз передумов екологічних ризиків і катастроф, їх наслідків та шляхів подолання.

Результати дослідження

Для дослідження екологічних катастроф на рис. 1. представлено алгоритм аналізування природних і техногенних катастроф.

Наймасштабнішою катастрофою сьогодення є підриг росіянами Каховської ГЕС. Великі повені, підтоплення більше 80 населених пунктів, спустошення навколишнього середовища, знищення екосистем – це лише частина наслідків катастрофи. Внаслідок руйнування ГЕС у воду (за даними «Укр-гідроенерго») потрапило 450 т машинного мастила з трансформаторів станції. Крім того, із затопленої території до води потрапили небезпечні токсичні речовини, важкі метали, паливно-мастильні матеріали, пестициди тощо зі складів, промислових і сільськогосподарських підприємств, сміттєзвалищ, каналізації [1]. Відбувається також так зване «вторинне забруднення», що виникає внаслідок порушення шарів намулу, в яких десятиліттями відбувалось накопичення забруднюючих речовин. Затоплені значні території, що зазнали впливу військових дій. Згідно аналітичного звіту фахівців [Національного університету біоресурсів і природокористування України](#), внаслідок цього у поверхневій воді із залишків боеприпасів чи в результаті вибухів потрапили сполуки, які мають токсичну дію для біологічних організмів: нітроцеллюлоза, нітроглицерин, нітрогуанідин, дібутилфталат, динітротолуол, каніфоль, етилацетат, стронцій азотнокислий, порошок магнієвий, порошок алюмінієво-магнієвий, магній вуглекислий, полівінілхлорид, стронцій вуглекислий, смола, свинцевий сурик, феросиліцій, залізо, бор технічний, графіт, гримуча ртуть $Hg(ONC)_2$, антимоній Sb_2S_3 (сурма трьохсірчаниста), бертолетова сіль $KClO_3$ (калій хлорат) [1]. Необхідне дослідження шляхів метаболізмів цих речовин, перетворення їх на небезпечні сполуки та виведення з екосистеми.

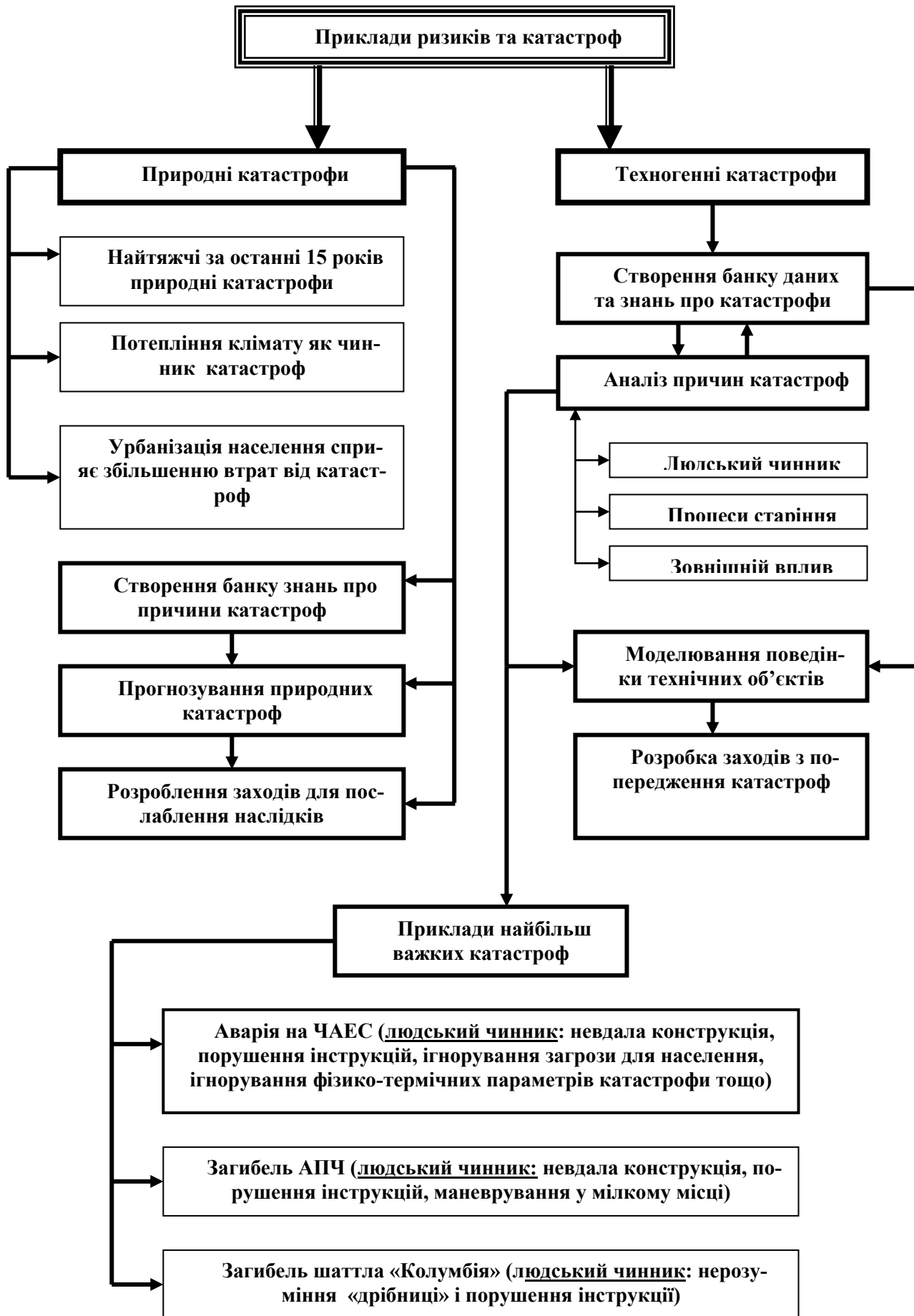


Рис. 1. Ризики, катастрофи та їх подолання

Цей факт потребує особливої уваги, враховуючи перенос й відкладення радіоактивних чорнобильських опадів у дніпровських водосховищах. Зміниться гідрологічний режим прибережної території, втрачено рідкісні види флори. Загинуть усі живі організми, що мешкають у товстому шарі мулу. Після спуску води чаша водосховища заростає рудеральною рослинністю, а це насамперед агресивні види типу амброзії, золотушника канадського та інших бур'янів. До Чорного моря, крім сміття, потрапила значна кількість прісної води, що разом із токсичними речовинами викличе певні зміни в екосистемі. За даними Українського Інституту Майбутнього, вище греблі Каховської ГЕС, у результаті осушення, постраждає також ціла низка природоохоронних територій, зокрема мінімум 11 об'єктів природно-заповідного фонду. Окрім того, на цій території існують природоохоронні території міжнародного значення. Наслідки теракту негативно вплинуть на території Смарагдової мережі UA0000106 Kakhovske Reservoir (218119 га) та Velykyi Luh National Nature Park (SiteCode: UA0000037) (16755,00 га), водно-болотні угіддя міжнародного значення Архіпелаг Великі і Малі Кучугури (7740,0 га), Заплава Сім Маяків (2140,0 га) [2].

Внаслідок окупації та військових дій у Криму Україна передусім матиме величезну екологічну проблему у вигляді засоленних ґрунтів півострова, які вже зараз непридатні для ведення сільського господарства. Через відсутність водопостачання з Північнокримського каналу, її почали багато видобувати з підземних джерел. Крім того, великі військові бази та Кримський міст, збудовані окупантами, також сильно вплинули на екосистеми, зокрема Азовського моря. Стихійні сміттєзвалища окупованого Криму, частина яких разом з неочищеними стічними водами потрапляє безпосередньо до Чорного моря, викликають незворотні зміни в екосистемі водойми.

Громадське об'єднання «КримSOS» та експерти-екологи у своєму дослідженні «Довкілля Криму: зміни і втрати за час окупації» відмічають техногенну катастрофу, яку охрестили «кримським Чорнобилем», що сталася восени 2018 року в Армянську, через потужний викид кристалічного сірчистого ангідриду [3]. Токсичний газ розповсюдився за допомогою вітру. Найвіддаленіша точка, де вдалося зафіксувати викид, — Херсонська область, на відстані 120 км. Високі концентрації сірчаної кислоти в повітрі викликають у людини задишку, можуть призвести до непритомності. На рослини вона розповсюдилася, коли вранці випала роса. Людей евакуювали лише через тиждень, але потім упродовж декількох днів повернули назад. Мешканці найближчих селищ не могли дихати, всі залізні елементи вмить заржавіли, асфальт зруйнувався, всі дерева, рослини та огороди висохли.

Висновки

З метою подолання наслідків екологічних катастроф необхідна розробка заходів щодо зниження ризиків подальших катастроф у регіонах, розробки плану природоохоронних заходів, які ми матимемо реалізувати після деокупації захоплених ворогом теренів та припиненням військових дій, з урахуванням трендів процесів як природних міграцій та метаболізмів, так і заходів щодо прискорення цих процесів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Стародубцев В., Гайченко В., Ладика М. Руйнування Каховської ГЕС – техногенна, екологічна і соціальна катастрофа. <https://nubip.edu.ua/node/129547>
2. 7 головних питань і відповідей після підриву Каховської ГЕС. <http://uifuture.org/publications/7-golovnyh-pytan-i-vidpovidej-pislya-pidryvu-kahovskoyi-ges%E2%82%AC%80%BF%BC/>
3. Довкілля Криму: зміни і втрати за час окупації. Частина II. Забруднення довкілля та виснаження природних ресурсів. — Київ: ГО «КРИМСОС», 2021. 49 с.
4. Теорія систем в екології: підручник / Ю. Г. Масікевич, О. В. Шестопапов, А. А. Негадайло та ін. — Суми : Сумський державний університет, 2015. — 330 с.
5. Лавров В. В. Системний підхід як методологічна основа для оцінки і зменшення загроз біорізноманіттю (лісові екосистеми). Оцінка і напрямки зменшення загроз біорізноманіттю України / за заг. ред. О. В. Дудкіна. — Київ : Хімджест, 2003. — С. 156–273.
6. Єремєєв І.С., Дичко А.О., Мінаєва Ю.Ю. Застосування теорії катастроф при дослідженні наслідків підриву каховської гес та військових дій у криму. Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського", серія "Технічні науки": зб. наук. праць. Видавничий дім «Гельве-

тика». 2024 Том 35 (74) № 2 с. 91-98.

7. Dychko, A., Remez, N., Kyselov, V., Kraychuk, S., Ostapchuk, N., & Kniazevych, A. Monitoring and biochemical treatment of wastewater. *Journal of Ecological Engineering*. 2020. 21. P. 4.

8. Dychko A., Yermeev I. Risks analysis and management of water ecosystems. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. 2018. №. 4. С. 115-121.

9. Yermeyev, I., Dychko, A., Remez, N., Kraychuk, S., & Ostapchuk, N. Problems of sustainable development of ecosystems. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 628. № 1. P. 012014.

Дичко Аліна Олегівна— доктор технічних наук, професор, професор кафедри інженерних систем та технологій Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського

Мінаєва Юлія Юрївна — старший викладач кафедри інженерних систем та технологій Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського

Вишেমірська Ярослава Сергіївна— старший викладач кафедри інженерних систем та технологій Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського

Dychko A.O.— doctor of technical sciences, professor, professor of the department of engineering systems and technologies of V.I. Vernadsky Taurida National University

Minayeva Y.Y.— senior lecturer of the department of engineering systems and technologies of V. I. Vernadskyi Taurida National University

Vyshemirska Y.S.— senior lecturer of the department of engineering systems and technologies of V. I. Vernadskyi Taurida National University

МЕТОДИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНИХ КАТАСТРОФ

Таврійський національний університет імені В. І. Вернадського

Анотація

Представлено підхід до дослідження екологічних катастроф на основі елементів теорії катастроф. Представлено метод моделювання якісного опису динаміки процесу шляхом застосування ряду Тейлора та оцінки критичних точок функції поведінки системи.

Ключові слова: екологічна катастрофа, екосистеми, теорія катастроф, ідентифікація стану, метод інваріантного занурення.

Abstract

An approach to the study of environmental disasters based on the elements of catastrophe theory is presented. A method of modeling a qualitative description of the dynamics of the process by applying the Taylor series and evaluating the critical points of the system's behavior function is presented.

Keywords: ecological catastrophe, ecosystems, catastrophe theory, state identification, invariant immersion method.

Вступ

Екологічні катастрофи характеризуються складними нелінійними залежностями від параметрів функцій, які їх описують. Такі залежності можна виразити в термінах теорії катастроф, яка дає змогу моделювати екологічні катастрофи та прогнозувати їхні ймовірні наслідки та способи їх мінімізації.

Метою роботи є аналіз передумов виникнення екологічних катастроф та наукове обґрунтування методології дослідження екологічних катастроф з використанням елементів теорії катастроф.

Результати дослідження

Екологічні небезпеки характеризуються складними нелінійними залежностями від параметрів функцій, що їх описують [1-2]. З іншого боку, ці залежності можна виразити за допомогою теорії катастроф, яка дає змогу моделювати будь-яку екологічну катастрофу та прогнозувати її ймовірні наслідки та шляхи, спрямовані на їхню мінімізацію.

Предметом теорії катастроф є вивчення залежності якісної природи рішень рівнянь від значень параметрів, які присутні у цих рівняннях. Якісний опис поведінки складної функції поблизу певної точки простору змінних стану може бути реалізований шляхом вивчення перших декількох членів її розкладання у ряд Тейлора у цій точці:

$$f(x) = f(0) + x_1 f^1(0) + \left(\prod_{i=1}^2 x_i f^2(0) \right) + \dots, \quad (1)$$

де

$$f^1(0) = \frac{\delta[f(x)]}{\delta x_1} \Big|_{x=0} \quad (2)$$

$$f^2(0) = 0,5 \frac{\delta^2[f(x)]}{\delta x_1 \delta x_2} \Big|_{x=0}; \quad (3)$$

$$f^{(h)}(0) = \frac{1}{n} \frac{\delta^h [f(x)]}{\delta x_1 \delta x_2 \dots \delta x_h} \Big|_{x=0}, \quad (4)$$

де f – функція моделювання поведінки процесу, x – змінні (параметри процесу), δ – значення матриці Гесе для змінної, n – кількість членів розкладання ряду.

Однак, появлення збурення або «дефекту» може призвести до того, що ті чинники, які раніше не враховувалися, оскільки за «нормальних» обставин їхній вплив не виявлявся, обумовлять різку зміну в поведінці об'єкту (процесу) у певній області простору керуючих (збурюючи) впливів. Ці зміни і отримали назву катастроф, а особливості – критичних точок (КТ). Останні можуть бути двох типів: точки, в яких градієнт потенційної функції, яка описує стан системи (об'єкту), дорівнює нулю ($\nabla f = 0$), звуться неізольованими, виродженими або неморсовськими КТ; точки, в яких $\nabla f \neq 0$, звуться ізольованими, не виродженими або морсовськими КТ. Якщо розмірність керованого простору, який включає одну «погану» змінну та m параметрів, невелика ($k = 1+m \leq 5$) і не має особливих або симетричних обмежень на сімейство потенційних функцій, які описують стан системи (об'єкту), то можлива гладка заміна змінних, у якій потенційна функція V може бути представлена у розщепленому на неморсовську та морсовську складові вигляді:

$$V = cat(1, m) + \sum_{j=1+l}^n \lambda_j(c) y_j^2 \quad (5)$$

Тут $cat(1, m) = CG(1) + pert(1, m)$ – функція катастрофи, причому $CG(1)$ являє собою «паросток катастрофи» - неморсівську функцію 1 «поганої» змінної стану, де 1 – число вироджених власних значень, що характеризує члени ряду Тейлора, які залишилися і саме й визначають особливість; $pert(1, M)$ – збурення катастрофи; n – загальна кількість змінних стану системи y ; c – керуючі параметри; $\lambda_j(c)$ – власні значення матриці сталості V_{ij} , обчислені для стану рівноваги.

Методологія застосування підходу, який використовує результати теорії катастроф для підбирання кривої, яка описує (за даними фактичних вимірювань) стан системи (об'єкта) поблизу розривних функцій, полягає у наступному. На підставі експериментально отриманих даних визначаються параметри того гладкого перетворення координат, яке переводить залежність, що фактично спостерігається поблизу точки розриву $f(x_1, \dots, x_n)$, у стандартну («елементарну») катастрофу $f^*(x^1, \dots, x^n)$.

Значення конкретного типу катастрофи або його вибір з ряду альтернативних типів за принципом найбільшої правдоподібності (або за якимось іншими критеріями) дозволяє підвищити достовірність оцінок інформації в умовах неповних даних, коли частка даних, яких бракує, може бути відновлена на підставі поліному, який описує катастрофу, а «сумнівні» дані можуть бути або підтвержені як достовірні, якщо вони узгоджуються з описом катастрофи, або відхилені у протилежному випадку [4-6].

При розгляданні особливостей катастроф, а точніше, під час вирішення проблеми ідентифікації особливості (катастрофи) і використання результатів цієї ідентифікації для пояснення «хаотичних» явищ і побудови адекватних моделей приходиться врешті-решт зустрічатися з рішенням нелінійних задач з граничними умовами, які задаються у двох різних точках (поблизу катастрофи, де з одного боку межі функція описується за допомогою обраної моделі, а з іншого боку – за допомогою функції катастрофи). Такі задачі можна у деяких випадках вирішувати за допомогою методу інваріантного занурення, який являє собою методику перетворення цих двохточкових крайових задач, обчислювальні алгоритми для яких часто виявляються нестійкими, у задачі Коші, для яких існують стійкі числові методи, за допомогою відповідного набору змінних і методу функціональних рівнянь. Слід, однак, зауважити, що для методу інваріантного занурення суттєвою є вимога лінійності рівнянь, які описують стан об'єкта (системи). У разі нелінійних рівнянь (а на практиці саме з ними приходиться мати справу) більш плідним може бути інший підхід. Якщо, наприклад, розглядати певний фізичний процес, відносно якого відомо, що змінна, яка нас цікавить, задовольняє рівнянню типу

$$u_{xx} + u_{yy} + g(u, a) = 0 \quad (6)$$

де a – невідомий параметр або вектор параметрів $a = (a_1, a_2, \dots, a_k)$ і є можливість спостерігати цей процес і замірювати u у різних точках, то на підставі даних цих вимірювань можна визначити параметр a таким чином, щоб рішення наведеного вище рівняння (8) узгоджувалися з даними спостережень. Це класична задача ідентифікації. Її можна вирішувати, використовуючи критерій найменших квадратів. Знаючи значення u на межі області, що нас цікавить, і спостерігаючи процес u_i у точках x_i, y_i можна скласти рівняння, яке характеризує міру розходження між спостереженнями і рішенням (8) для даного вектору a :

$$S = \sum_{i=1}^L [u(x_i, y_i) - u_i]^2. \quad (7)$$

При цьому задача ідентифікації зводиться до задачі мінімізації S за усіма можливими виборами вектору a .

Висновки

Екологічні катастрофи характеризуються складними нелінійними залежностями функцій, що їх описують, від параметрів. Такі залежності можна представити у термінах теорії катастроф, що дозволяє моделювати екологічну катастрофу і передбачати можливі її наслідки та шляхи її мінімізації. Представлено метод моделювання якісного опису динаміки процесу шляхом застосування ряду Тейлора та оцінки критичних точок функції поведінки системи. Значення типу катастрофи або його вибір з ряду альтернативних типів дозволяє підвищити достовірність оцінок інформації в умовах невизначеності, коли частка даних, яких бракує, може бути відновлена на підставі поліному, який описує катастрофу, а «сумнівні» дані підтверджуються як достовірні, якщо вони узгоджуються з описом катастрофи. При розгляданні особливостей катастроф та вирішенні проблеми ідентифікації особливості катастрофи для пояснення «хаотичних» явищ і побудови адекватних моделей запропоновано використовувати метод інваріантного занурення. Розроблений підхід дозволяє підвищити достовірність оцінок інформації в умовах неповних даних, які описують катастрофу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Теорія систем в екології: підручник / Ю. Г. Масікевич, О. В. Шестопапов, А. А. Негадайло та ін. – Суми : Сумський державний університет, 2015. – 330 с.
2. Лавров В. В. Системний підхід як методологічна основа для оцінки і зменшення загроз біорізноманіттю (лісові екосистеми). Оцінка і напрямки зменшення загроз біорізноманіттю України / за заг. ред. О. В. Дудкіна. – Київ : Хімджест, 2003. – С. 156–273.
3. Єремєєв І.С., Дичко А.О., Мінаєва Ю.Ю. Застосування теорії катастроф при дослідженні наслідків підриву каховської гес та військових дій у криму. Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського", серія "Технічні науки": зб. наук. праць. Видавничий дім «Гельветика». 2024 Том 35 (74) № 2 с. 91-98.
4. Dychko, A., Remez, N., Kyselov, V., Kraychuk, S., Ostapchuk, N., & Kniazevych, A. Monitoring and biochemical treatment of wastewater. *Journal of Ecological Engineering*. 2020. 21. P. 4.
5. Dychko A., Yeremeev I. Risks analisys and management of water ecosystems. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. 2018. №. 4. С. 115-121.

6. Yeremeyev, I., Dychko, A., Remez, N., Kraychuk, S., & Ostapchuk, N. Problems of sustainable development of ecosystems. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 628. № 1. P. 012014.

Дичко Аліна Олегівна— доктор технічних наук, професор, професор кафедри інженерних систем та технологій Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського

Мінаєва Юлія Юрївна — старший викладач кафедри інженерних систем та технологій Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського

Омецинська Наталія Вячеславівна— кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри інженерних систем та технологій Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського

Dychko A.O.— doctor of technical sciences, professor, professor of the department of engineering systems and technologies of V.I. Vernadsky Taurida National University

Minaieva Y.Y.— senior lecturer of the department of engineering systems and technologies of V. I. Vernadskyi Taurida National University

Ometsynska N.N.— candidate of technical sciences, associate professor, head of the department of engineering systems and technologies of V. I. Vernadsky Taurida National University

ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД РІЧКИ ЗУБРА В МЕЖАХ ЛЬВІВСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Анотація

Здійснено оцінку якості поверхневих вод річки Зубра в межах Львівської територіальної громади. Встановлено перевищення нормативів фізичних та хімічних показників якості води. Забруднення річки Зубра зумовлено в основному дощовим, господарсько-фекальними стоками та несанкціонованими скидами.

Ключові слова: річка Зубра, поверхневі води, антропогенний вплив, екологічний стан.

Abstract

An assessment of the surface water quality of the Zubra River within the Lviv Territorial Community was carried out. Exceeding the norms of physical and chemical indicators of water quality was established. Pollution of the Zubra River is caused mainly by rain, economic and fecal effluents and unauthorized discharges.

Keywords: Zubra River, surface waters, anthropogenic influence, ecological condition.

Вступ

Функціонування та розбудова міських агломерацій супроводжується значним антропогенним впливом та порушенням екологічної рівноваги. Особливо чутливими до антропогенного впливу є водойми, які потерпають від забруднення, засмічення та виснаження [1]. Техногенні перетворення в житті малих річок Львівської міської територіальної громади розпочалися наприкінці XIX ст. паралельно із розвитком промисловості. Сьогодні більшість прісноводних ресурсів перебувають під впливом урбанізації та великомасштабної індустріалізації. Моніторинг якості екологічного стану водойм в межах міста є надзвичайно важливим, адже вони виконують ряд важливих функцій, а саме – екологічну, соціально-економічну, рекреаційну тощо.

В межах Львівської територіальної громади постійного антропогенного тиску зазнає р. Зубра, котра бере свій початок у Сихівському районі м. Львова та протікає територією області аж до впадіння у річку Дністер. У межах міста річка простягається на 4 км, витoki і більша частина верхньої течії є каналізованими, і лише 1,5 км русла річки є відкритими і річка вільно тече вздовж ТзОВ «Ринок сільськогосподарської продукції «Шувар» та через парк Івана Павла II [2,3]. Довжина річки 46 км (за іншими даними – 40 км), площа басейну 242 км². Долина річки V-подібна, заплава має ширину 80 м, з однією надзаплавною терасою заввишки 1,3 м, глибина річки 0,5-1 м, похил річки 1,96 м/км, Ширина русла – 0,5-2,8 м, водотік займає всю руслову заглибину. Русло річки помірно звивисте, дно рівне, піщане. Живлення річки змішане, з переважанням дощового, витрати води для р. Зубри коливаються від 0,03 до 0,14 м³/с [4].

Результати дослідження

За даними Басейнового управління водних ресурсів річок Західного Бугу та Сяну на якість води в річці Зубра в межах м. Львів здійснюють вплив стічні води ТзОВ «Ринок сільськогосподарської продукції «Шувар», дощові стоки Сихівського району м. Львова. Крім цього, р. Зубра постійно забруднюється господарсько-фекальними стоками з каналізаційної мережі району, особливо з території ЛКП „Житловик-С”, а також частково з території ЛКП «Хуторівка» та ТзОВ ЖЕП «Стимул-Сихів» [5].

За результатами даних моніторингу якості води річки Зубра [6] в контрольних створах у м. Львів (рис. 1) та у с. Зубра (рис. 2) представлена динаміка зміни основних забруднюючих речовин протягом 2021-2024 рр.(табл. 1, табл. 2).



Рис. 1. Розташування контрольного створу на річці Зубра (м. Львів, по праву сторону вул. Г. Хоткевича, 38, 49°47'38.8"N 24°02'26.5"E)

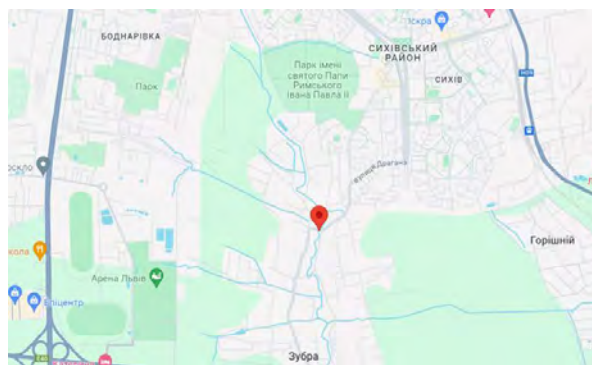


Рис. 2. Розташування контрольного створу на річці Зубра (с. Зубра, місток, 300 м від КНС, 49°46'46.4"N 24°02'53.5"E)

Таблиця 1. Результати вимірювань показників якості води річки Зубра (м. Львів, вул. Г. Хоткевича, 38) [6]

	ГДК	31.12.2021	31.03.2022	30.06.2022	30.09.2022	31.12.2022	31.03.2023	30.06.2023	30.09.2023	31.12.2023	31.03.2024	30.06.2024
pH	6,5-8,5	7,7	8,15	8,4	8,4	8,35	8,2	7,5	7,65	7,3	7,4	8,2
Прозорість, бали	-	10,5	7,4	4,5	3,9	4	6,5	12,8	13,1	11,9	11,9	11,5
Запах, бали	1	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>2</u>
Залізо загальне, мг/л	0,1	<u>1,08</u>	<u>1,44</u>	<u>1,81</u>	<u>1,56</u>	<u>1,12</u>	<u>0,77</u>	<u>1</u>	<u>1,04</u>	<u>1,2</u>	<u>0,98</u>	<u>0,38</u>
Азот амонійний та аміак, мг/л	0,5	<u>2,6</u>	<u>3,88</u>	<u>4,3</u>	<u>5,22</u>	<u>6,5</u>	<u>14,9</u>	<u>2,2</u>	<u>2,32</u>	<u>5,3</u>	<u>2,68</u>	0,38
Нітрати, мг/л	40,0	26	8,6	36,2	21,7	16,4	17,2	22,5	20,3	25,1	23,8	6,6
Нітрити, мг/л	0,08	<u>0,11</u>	<u>0,745</u>	<u>0,745</u>	<u>1,65</u>	<u>1,2</u>	<u>2,2</u>	<u>0,1</u>	<u>0,12</u>	<u>0,2</u>	<u>0,13</u>	<u>0,115</u>
Фосфати, мг/л	3,5	<u>6,44</u>	<u>6,44</u>	<u>5,12</u>	<u>4,18</u>	<u>4,46</u>	<u>5,46</u>	<u>4,96</u>	<u>4,22</u>	<u>5,42</u>	<u>4,46</u>	<u>4,22</u>
Хлориди, мг/л	300	134,71	109,89	170,16	163,07	120,53	134,71	124,08	113,44	113,44	113,44	124
Сульфати, мг/л	100	66	73	81	90	78	61	63	68	68	91	82
Завислі речовини мг/л	25	16	<u>82</u>	<u>92,5</u>	<u>84,5</u>	<u>91,5</u>	<u>128,5</u>	<u>37,5</u>	1,7	<u>58</u>	<u>62,5</u>	<u>35,5</u>
Сухий залишок мг/л	1000	708	817	862	903	894	667	632	604	613	612	602
СПАР, мг/л	0,5	0,18	<u>1,02</u>	<u>1,02</u>	<u>1,34</u>	<u>1,12</u>	0,14	0,15	0,18	<u>1,18</u>	0,23	0,12
ХСК, мгO ₂ /л	50	<u>80</u>	<u>100</u>	<u>80</u>	<u>100</u>	<u>140</u>	<u>60</u>	<u>60</u>	40	<u>60</u>	40	40
БСК-5, мгO ₂ /л	3	<u>28,8</u>	<u>39</u>	<u>36,4</u>	<u>38</u>	<u>44,8</u>	<u>24,8</u>	<u>21,6</u>	<u>16,8</u>	<u>19,2</u>	<u>18,4</u>	<u>13,6</u>
Розчинений кисень, мгO ₂ /л	4	-	<u>6,9</u>	<u>7,1</u>	<u>7,1</u>	<u>7,8</u>	<u>7,8</u>	<u>6,7</u>	-	<u>7</u>	<u>6</u>	<u>7,5</u>

З табл. 1 видно, що запах води коливається від 2 до 3 балів та перевищує нормативні значення. Також за період спостережень виявлено перевищення ГДК по вмісту заліза загального від 3,8 до 18,8 раз, вмісту азоту амонійного та аміаку – до 29,8 раз, нітритів – до 20,6 раз, фосфатів – до 1,84 раз, завислих речовин – до 5,14 раз, ХСК – до 2,8 раз, БСК-5 – до 14,9 раз, розчиненого кисню – до 2 раз.

Таблиця 2. Результати вимірювань показників якості води річки Зубра, (с. Зубра) [6]

	ГДК	31.12.2021	31.03.2022	30.06.2022	30.09.2022	31.12.2022	31.03.2023	30.06.2023	30.09.2023	31.12.2023	31.03.2024	30.06.2024
pH	6,5-8,5	7,8	8,1	8,15	7,9	7,7	8,2	8,25	8,3	8,25	7,8	8,05
Прозорість, бали	-	11,7	12,2	10,2	13,4	12,3	9,8	8,5	7,5	10,3	15,8	10
Запах, бали	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Залізо загальне, мг/л	0,1	<u>0,43</u>	<u>0,58</u>	<u>0,68</u>	<u>0,49</u>	<u>0,47</u>	<u>0,43</u>	<u>0,39</u>	<u>0,36</u>	<u>0,43</u>	<u>0,27</u>	<u>0,29</u>
Азот амонійний та аміак, мг/л	0,5	<u>2,7</u>	<u>6,6</u>	<u>8,2</u>	<u>5,7</u>	<u>4,3</u>	<u>3,88</u>	<u>2,6</u>	<u>2</u>	<u>2,6</u>	<u>0,71</u>	<u>1,36</u>
Нітрати, мг/л	40,0	9,2	22,9	19,4	10,5	9,4	13,5	7,3	8,5	9	5,9	6,7
Нітрити, мг/л	0,08	<u>0,17</u>	<u>0,22</u>	0,06	<u>0,18</u>	<u>0,24</u>	0,03	0,08	0,06	0,08	<u>0,38</u>	<u>0,095</u>
Фосфати, мг/л	3,5	2,2	2,97	2,97	2,48	1,736	2,97	2,48	2,48	1,984	1,49	2,98
Хлориди, мг/л	300	70,9	212,7	41,8	74,44	88,62	124,07	77,99	124,07	120,53	56,72	85,08
Сульфати, мг/л	100	72	69	53	79	64	43	38	66	73	65	59
Завислі речовини мг/л	25	<u>29,5</u>	<u>49,5</u>	<u>78,5</u>	<u>37,5</u>	<u>31,5</u>	<u>56</u>	<u>49,5</u>	<u>39</u>	<u>31</u>	<u>27,5</u>	<u>31,5</u>
Сухий залишок мг/л	1000	487	711	809	511	534	622	703	802	703	578	602
СПАР, мг/л	0,5	0,11	0,32	<u>1</u>	0,14	0,12	<u>1</u>	<u>0,94</u>	<u>0,98</u>	0,17	0,21	<u>0,56</u>
ХСК, мгО ₂ /л	50	40	20	<u>60</u>	40	40	40	<u>60</u>	<u>60</u>	40	40	40
БСК-5, мгО ₂ /л	3	<u>12,8</u>	<u>6,6</u>	<u>25,6</u>	<u>14,8</u>	<u>15,6</u>	<u>17,6</u>	<u>19,2</u>	<u>22,4</u>	<u>16,2</u>	<u>14</u>	<u>18,4</u>
Розчинений кисень, мгО ₂ /л	4	-	<u>6,9</u>	-	<u>7,1</u>	<u>7,6</u>	<u>7,5</u>	<u>8</u>	<u>7,9</u>	<u>6,7</u>	<u>7,1</u>	<u>7,3</u>

Згідно із даними моніторингу у контрольному створі розташованому у с. Зубра, запах води протягом усього терміну спостережень становить 2 бали, слід відзначити перевищення ГДК по вмісту заліза загального від 2,7 до 6,8 раз, азоту амонійного та аміаку – від 1,4 до 16,4 раз, нітритів – від 2,1 до 4,75 раз, завислих речовин – від 1,1 до 3,14 раз, СПАР – від 1,1 до 2 раз, ХСК – до 1,2 раз, БСК-5 – до 7,4 раз, розчиненого кисню – до 2 раз.

Висновки

Малі річки являються основою функціонування річкових басейнових систем, адже формують стік великих водотоків, є джерелом водопостачання для сільських регіонів, основою для біорізноманіття [5]. Сучасний антропогенний вплив на річки Зубра в межах Львівської територіальної громади призвів до зміни фізичного та хімічного складу води. Зазначені зміни зумовлені в основному дощовим, господарсько-фекальними стоки та несанкціонованими скидами. Для покращення екологічного стану річки Зубра слід впроваджувати відновлювальні та водорегулюючі заходи, підвищити контроль за використанням водою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Койнова І. Б., Чорна А.-К. Водойми міста Львова: сучасний геоecологічний стан та можливості його покращення. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*, 2019. Вип. 32. С. 6–15.
2. Як відновлюватимуть Зубру: прогулянка річкою з львівським дигером. Сихів Медіа. URL: <https://sykhiv.media/yak-vidnovlyvatymyt-zybry-progylanka-richkoyu-zlvivskym-digerom/#>.

3. Байрак Г. Руслові мережа Львова: зміни за історичний період та сучасний стан. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*, 2016. Вип. 50. С. 3–21.
4. Проект "Малі річки - життя України (річка Зубра)". URL: <https://naurok.com.ua/proek-mali-richki---zhittya-ukra-ni-richka-zubra-236663.html>.
5. Пилипович О., Терновецька Х. Геоекологічний аналіз річки Зубра в межах міста Львів. *Географічні аспекти просторової організації території, суспільства та збалансованого природокористування*: матеріали IV науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених (Україна, м. Ужгород, 24-26 травня 2023 р.). Ужгород: ПП Данило С.І., 2023. С. 48–52.
6. Результати вимірювань показників якості води у водоймах та потоках на території Львівської МТГ (дані моніторингу). Відкриті дані Львова: веб-сайт. URL: <https://opendata.city-adm.lviv.ua/dataset/48e4f730-93f3-4f47-be7d-820eea3e46d9>.

Кочмар Ірина Миколаївна — викладач кафедри екологічної безпеки, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, e-mail: irynalevytska1@gmail.com

Kochmar Iryna M. — lecturer of the Department of Environmental Safety, Lviv State University of Life Safety, e-mail: irynalevytska1@gmail.com

ЗАСТОСУВАННЯ РІСТРЕГУЛЮЮЧИХ ПРЕПАРАТІВ НА БОБОВИХ КУЛЬТУРАХ

Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

Анотація

Досліджено вплив рістрегулюючих препаратів Ендофіт L1 та Азотофіт на проростання насіння бобових культур та доведено їх позитивну дію, яка виражалася у підвищенні інтенсивності проростання.

Ключові слова: рістрегулятори, Ендофіт L1, Азотофіт, інтенсивність проростання, бобові культури

Abstract

The influence of the re-regulating drugs Endophyt L1 and Azotophyt on the germination of leguminous seeds was investigated and their positive effect, which was expressed in the increased intensity of germination, was proved.

Keywords: growth regulators, Endophyte L1, Azotophyte, germination intensity, legumes

Вступ

З метою оптимізації сільського господарства аграрії використовують екзогенні препарати із рістрегулюючими властивостями. Аналіз літературних джерел вказує, що за дії таких препаратів вдається отримати вищі показники врожайності сільськогосподарської продукції. Рістрегулюючі препарати, у невисоких концентраціях, зумовлюють видимі зміни у рості й розвитку рослин [1, 2]. Їх особливістю є збалансованість за біологічно активними речовинами, що забезпечує активізацію в рослинних організмах основних фізіологічних процесів. При обробці рослин рістрегулюючими препаратами спостерігають зміни, які виражаються у прискоренні проростання насіння, наростанні вегетативної маси, кореневої системи, активізуються процеси засвоєння поживних речовин із ґрунту, підсилюються захисні властивості рослин, зокрема, стійкість до хвороб, перепадів високих і низьких температур, засухи, надмірної вологи та інших. Тому застосування таких заходів при вирощуванні сільськогосподарських культур дає можливість при невисоких витратах та без особливих змін технологічних процесів отримувати високі врожаї й покращувати якість отриманої продукції [3]. Аналіз досліджень інших авторів свідчить, що при застосуванні регуляторів росту рослин вдається зменшити норми використання пестицидів без негативного впливу на рослини [4]. Особливе місце на сучасному етапі відводиться для застосування в практиці рослинництва біопрепаратів, які створені на основі речовин природного походження. Це призводить до скорочення об'ємів застосування хімічних засобів захисту рослин. Список екологічно безпечних препаратів з кожним роком розширюється, враховуючи нові можливості у вивченні їх дії на рослини та довкілля. Вчені наголошують на тому, що для підтримання екологічної безпеки й збереження економічної доцільності ведення сільського господарства доцільно комплексно застосовувати відповідні препарати. Метою наших досліджень було вивчити особливості проростання бобових культур за дії препаратів Ендофіт L1 та Азотофіт.

Результати дослідження

Для дослідження особливостей проростання насіння бобових культур (вігни, квасолі та бобів) закладали лабораторний дослід. Насіння обробляли розчинами препаратів Ендофіт L1 та Азотофіт у концентраціях, рекомендованих виробником, а контрольне насіння замочували у воді.

Результати наших досліджень свідчать, що насіння вігни за дії препаратів проростало швидше, ніж у контрольному варіанті. Зокрема, за дії препарату Ендофіт L1 на четвертий день досліду кількість пророслих насінин була більшою від контролю у 1,7 рази, а за дії Азотофіту – у 2,2 рази. На п'ятий день після обробки Азотофітом проросло 100 % насінин, взятих у дослід, за дії Ендофіт-L1 – 98% насінин, а у варіанті без обробки (контроль) – 82,5%.

Обробка цими ж препаратами насіння бобів свідчить, що більш ефективним для їх проростання був препарат Ендофіт L1. На четверту добу після обробки у контрольному варіанті не відмічалось проростання чи проростання насіння, а за дії Ендофіту L1 та Азотофіту кількість пророслих насінин була більшою у 3 та 2 рази відповідно. На сьомий день у варіанті з використанням препарату Ендофіт L1 проросло 100 % досліджуваного насіння, а за дії Азотофіту – 81 % насіння, взятого у дослід. У контрольному варіанті даний показник становив 62%.

Вивчення дії цих же препаратів на проростання квасолі свідчить також про їх позитивну дію. Насіння квасолі, оброблене рістрегулюючими препаратами, характеризувалося швидшими темпами проростання ніж вігні та бобів. За дії препарату Ендофіт L1 кількість пророслого насіння становила 98%, а за дії Азотофіту – 72%, що переважало контрольне значення, відповідно на 33 та 7%. Тобто для насіння квасолі, як і для насіння бобів теж ефективнішою була дія препарату Ендофіт L1.

Наші попередні дослідження вказують про ефективність застосування різних рістрегулюючих препаратів на показники росту та розвитку бобових культур [5, 6].

Висновки

Встановлено, що обробка насіння вігні, бобів та квасолі препаратами із рістрегулюючими властивостями призводила до пришвидшення проростання. Ефективність препаратів залежала від культури. Для насіння вігні більш ефективним було застосування препарату Азотофіт, а для бобів та квасолі – препарату Ендофіт L1.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Алмашова В. С., Скок С. В. Ефективність використання біологічних та рістрегулюючих препаратів для вирощування сільськогосподарських культур у зоні південного степу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія «Агронія і біологія». Випуск 1 (47). 2022. С. 11–17.
2. Застосування біопрепаратів в технології вирощування зернових культур за умов природного зволоження та зрошення зони Південного Степу України : науково-практичні рекомендації / О. А. Коваленко та ін., Миколаїв : МНАУ, 2019. 48 с.
3. Коноваленко Л. І., Моргунов В. В., Петренко К. В. Ефективність різних регуляторів росту рослин та біопрепаратів в умовах Степу. *Агроекологічний журнал*. 2013. №. 2. С. 51-56.
4. Карпенко В. П., Грицаєнко З. М., Притуляк Р. М. Біологічні основи інтегрованої дії гербіцидів і регуляторів росту рослин. Умань, 2012. 357 с.
5. Ходаніцька О. О., Шевчук О. А., Ткачук О. О. Вплив стимуляторів росту на проростання насіння бобових культур. *International scientific journal «Grail of Science»* № 7 (August, 2021) P. 125-130.
6. Шевчук О.А., Поливаний С.В., Ходаніцька О. О., Ткачук О. О., Матвійчук О. А. Дія бактеріального та стимулюючого препаратів на проростання насіння гороху ярого. *Біологія та екологія*. 2021. Том 7. № 1. С. 55-61.

Ткачук Олеся Олександрівна – к.б.н, доцент, доцент кафедри біології, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського.

Шевчук Оксана Анатоліївна – к.б.н, доцент, доцент кафедри біології, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського.

Ходаніцька Олена Олександрівна – к.с-г.н, доцент, доцент кафедри біології, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

Tkachuk Olesya O. – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Biology, Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskiy State Pedagogical University, Vinnytsia, email : olesyatkachuk16@gmail.com

Shevchuk Oksana A. – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Biology, Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskiy State Pedagogical University.

Khodanitska Olena O. – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Biology, Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskiy State Pedagogical University.

АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ЗМІН ВОДНОЇ ПОВЕРХНІ БАСЕЙНУ РІЧКИ ОРІЛЬ В МЕЖАХ ДНІПРОПЕТРОВЩИНИ

Дніпровський державний технічний університет

Анотація

У роботі проведено аналіз динаміки змін площі водної поверхні басейну річки Оріль на території Дніпропетровської області за період 1991-2020 років. Проаналізовано вплив кліматичних змін та антропогенної діяльності на водні ресурси регіону. Використання даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та геоінформаційних систем (ГІС) дозволило виявити значне скорочення площі водної поверхні після 2007 року. Результати дослідження підкреслюють необхідність впровадження заходів для збереження водних ресурсів та відновлення природного гідрологічного режиму річки.

Ключові слова: зміни площі водної поверхні, річка Оріль, кліматичні зміни, антропогенний вплив, дистанційне зондування Землі, геоінформаційні системи, гідрологічний режим.

Abstract

The paper analyses the dynamics of changes in the water surface area of the Oril River basin in the Dnipro region over the period 1991-2020. The impact of climate change and anthropogenic activity on the region's water resources is analysed. The use of remote sensing and geographic information systems (GIS) data has revealed a significant reduction in the water surface area after 2007. The study results highlight the need to implement measures to conserve water resources and restore the river's natural hydrological regime.

Keywords: changes in water surface area, Oril River, climate change, anthropogenic impact, Earth remote sensing, geographic information systems, hydrological regime.

Зміни клімату, деградація водних ресурсів і зростаюча антропогенна діяльність призводять до критичних змін в екосистемах річок і водойм, що ставить під загрозу водозабезпечення значних територій як у світі, так і в Україні. Зокрема, проблема збереження водних ресурсів є однією з найактуальніших для Дніпропетровської області, регіону з інтенсивним сільським господарством і промисловістю. З огляду на це, особливої уваги заслуговують водні артерії Дніпропетровщини, серед яких річка Оріль – одна з найчистіших річок Європи [1]. Проте навіть вона зазнає значного впливу через зарегульованість русла, будівництво водосховищ і ставків, що разом з кліматичними змінами призводить до зменшення площі водної поверхні. Ця проблема не лише ставить під загрозу екологічний стан регіону, але й впливає на економічні аспекти, зокрема на водопостачання населення та зрошення сільськогосподарських угідь.

Методологія даного дослідження базується на використанні даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та геоінформаційних систем (ГІС) для аналізу змін площі водної поверхні басейну річки Оріль на території Дніпропетровської області за період з 1991 по 2020 рік. Зокрема, для аналізу використовувалися мультиспектральні супутникові знімки, які оброблялися за допомогою програмного забезпечення ArcGIS for Desktop 9.2. Основним інструментом для оцінки водних об'єктів був нормалізований диференційний водний індекс (NDWI) [2], який дозволяє ідентифікувати водні поверхні та відокремити їх від інших об'єктів. Дослідження охоплювало кілька етапів: від збору та обробки супутникових знімків до класифікації водних об'єктів і визначення їх площі в різні роки. Аналіз даних здійснювався з урахуванням кліматичних показників, зокрема індексу вологості (SPI) [3], що дозволило встановити кореляцію між змінами площі водної поверхні та кліматичними умовами.

Результати дослідження змін площі водної поверхні в басейні річки Оріль на території Дніпропетровської області за період з 1991 по 2020 рік виявили значні коливання, які свідчать про поступове зменшення водних ресурсів у даному регіоні. Використовуючи нормалізований диференційний водний індекс (NDWI), було проведено аналіз мультиспектральних супутникових

знімків за ключові роки цього періоду, визначені на основі кліматичних показників, що дозволило оцінити динаміку змін площі водних об'єктів. Результати дослідження наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Площі водної та іншої поверхонь по рокам

Рік	Площа водної поверхні, км ²	Площа інших об'єктів, км ²	Відсоток площі водної поверхні, %
1991	25,36	3937,32	0,64
1995	23,19	3914,76	0,59
1997	35,88	3926,76	0,91
1999	24,91	3937,75	0,63
2004	20,64	3942,02	0,52
2005	24,70	3937,98	0,62
2007	23,46	3939,28	0,59
2011	10,44	3952,27	0,26
2014	3,93	3958,79	0,1
2016	18,51	3944,15	0,47
2020	10,54	3952,16	0,27

На початку досліджуваного періоду, у 1991 році, площа водної поверхні басейну річки Оріль становила 25,36 км², що складало 0,64% від загальної площі водозбору в межах Дніпропетровської області. Це був один із найвищих показників за весь досліджуваний період. Проте, вже у 1995 році площа водної поверхні зменшилася до 23,19 км² (0,59%), що можна пов'язати зі змінами кліматичних умов та антропоїчним впливом.

Пік площі водної поверхні був зафіксований у 1997 році, коли вона досягла 35,88 км², або 0,91% від загальної площі водозбору. Цей рік характеризувався відносно високим рівнем вологості, що сприяло збільшенню водних об'єктів. Однак, з 1997 року спостерігається стійка тенденція до зменшення площі водної поверхні. Наприклад, у 1999 році цей показник знизився до 24,91 км² (0,63%), а у 2004 році – до 20,64 км² (0,52%).

Особливо критичним став період після 2007 року. У 2011 році площа водної поверхні зменшилася до 10,44 км² (0,26%), а у 2014 році досягла свого мінімуму за весь досліджуваний період — лише 3,93 км², що складало всього 0,1% від загальної площі басейну. Такий різкий спад площі водної поверхні можна пов'язати з тривалими періодами посухи та високої зарегульованості річок у басейні.

У 2016 році площа водної поверхні дещо збільшилася до 18,51 км² (0,47%), однак це все ще значно менше показників початку 1990-х років. До 2020 року площа водної поверхні знову знизилася до 10,54 км² (0,27%), що підтверджує загальну тенденцію до деградації водних ресурсів у басейні річки Оріль.

Варто відмітити особливість результатів дослідження, щодо виявлення значної похибки у визначенні площі річкових об'єктів через густу деревну рослинність на берегах річок. Це ускладнює точну ідентифікацію водного дзеркала, що є характерною проблемою для даного типу аналізу. Тому отримані дані найбільш точно відображають ситуацію для більших водойм, таких як ставки, озера, водосховища, та лимани, але можуть бути менш точними для річкових об'єктів. Це вказує на те, що для моніторингу річкових об'єктів необхідно використовувати комбіновані методи, які включають використання супутникових даних і наземних спостережень.

Загалом, результати дослідження показують стійку тенденцію до зменшення площі водної поверхні в басейні річки Оріль, що свідчить про погіршення водного балансу в регіоні. Це зменшення площі водних об'єктів є небезпечним сигналом, який вказує на необхідність впровадження заходів для збереження водних ресурсів і відновлення екологічної рівноваги в басейні річки Оріль на території Дніпропетровської області.

На основі дослідження змін площі водної поверхні басейну річки Оріль у Дніпропетровській області за період 1991-2020 років запропоновано наступні рекомендації для покращення екологічного стану регіону та збереження його водних ресурсів. Важливо впровадити систематичний моніторинг водних об'єктів за допомогою сучасних технологій дистанційного зондування Землі та геоінформаційних технологій, що дозволить вчасно виявляти негативні зміни в екосистемах. Варто вирішити проблеми високої зарегульованості річок басейну, провести аудит та розробити план, щодо відновлення

природний їх гідрологічного режиму і, за необхідності, провести демонтаж або модернізацію гідротехнічних споруд, що перегороджують течію річок.

Особливу увагу слід приділити збереженню та відновленню прибережних водоохоронних зон, захищаючи їх від забудови та антропогенного впливу, а також відновлюючи лісові насадження, що покращить екологічний баланс і підвищить стійкість екосистем. Необхідно також провести очищення русел річок від забруднень, зміцнити береги та вирішити проблему очищення води, задля зниження рівня евтрофікації водою.

У сільському господарстві доцільно впроваджувати водоощадні технології, такі як крапельне зрошення та системи збору дощової води. Крім того, важливо залучати громадськість до охорони водних ресурсів через просвітницькі кампанії та спільні ініціативи. Виконання зазначених рекомендацій дозволить покращити стан водних ресурсів у басейні річки Оріль, зберегти біорізноманіття та забезпечити стабільний екологічний баланс у Дніпропетровській області, що є досить важливим для стійкого розвитку регіону.

Отже, дослідження змін площі водної поверхні басейну річки Оріль у Дніпропетровській області за період 1991-2020 років показало стійку тенденцію до її зменшення, яка стала особливо помітною після 2007 року. Найбільш критичним був 2014 рік, коли площа водної поверхні скоротилася до мінімуму – 3,93 км², що становить лише 0,1% від загальної площі басейну. Це свідчить про значне погіршення водного балансу, що може мати серйозні екологічні та економічні наслідки. Основними причинами скорочення площі водних об'єктів є зміни клімату, тривалі періоди посухи, а також антропогенний вплив, зокрема зарегульованість річок, будівництво водосховищ та ставків, що призводить до деградації природного гідрологічного режиму басейну річки Оріль. Під час дослідження також було виявлено труднощі з ідентифікацією водних об'єктів через густі деревні насадження на берегах річок. У результаті дослідження було розроблено рекомендації для збереження та відновлення водних ресурсів, зокрема впровадження регулярного моніторингу за допомогою сучасних технологій, зменшення зарегульованості річок, відновлення природного гідрологічного режиму та підвищення екологічної свідомості населення. Важливість реалізації цих заходів полягає в забезпеченні стійкого розвитку регіону та покращенні екологічного стану.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Найчистіша річка Європи (Національні природні парки) // Проблеми розвитку природно-заповідного фонду Дніпропетровської області та шляхи залучення молоді до їх вирішення: матеріали наук.-практ. конф. – Дніпропетровськ, 2003. – С. 7–8.
2. McFeeters S. K. Using the Normalized Difference Water Index (NDWI) within a Geographic Information System to Detect Swimming Pools for Mosquito Abatement: A Practical Approach // Remote Sensing. – 2013. – Vol. 5, No. 7. – P. 3544–3561. URL: <https://doi.org/10.3390/rs5073544>.
3. Омеліч І. Ю., Непошивайленко Н. О., Тищенко Д. О. Вплив кліматичних змін на стан екосистем Дніпропетровської області // The current state of development of world science: characteristics and features: матеріали VI міжнар. наук.-практ. конф. – 15 грудня. Lisbon, Portuguese Republic, 2023. – С. 113–114.

Омеліч Ірина Юріївна – аспірант, асистент кафедри екології та охорони навколишнього середовища Дніпровського державного технічного університету, м. Кам'янське, Дніпропетровська обл., e-mail: omelych11@hotmail.com

Непошивайленко Наталія Олександрівна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища Дніпровського державного технічного університету, м. Кам'янське, Дніпропетровська обл., e-mail: nna2013@ukr.net

Слайковська Євгенія Дмитрівна – здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти кафедри екології та охорони навколишнього середовища Дніпровського державного технічного університету, м. Кам'янське, Дніпропетровська обл.

Iryna Omelych – PhD student, assistant of the Department of Ecology and Environmental Protection, Dniprovsky state technical university, Kamianske, Dnipropetrovsk region, e-mail: omelych11@hotmail.com

Nataliia Neposhyvailenko – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Ecology and Environmental Protection, Dniprovsky state technical university, Kamianske, Dnipropetrovsk region, e-mail: nna2013@ukr.net

Yevheniia Slaikovska – Bachelor's degree student of the Department of Ecology and Environmental Protection, Dniprovsky state technical university, Kamianske, Dnipropetrovsk region.

І. І. Петряшев
Б. Г. Дерієнко
О. В. Харламова
Т.Є. Ригас

МОНІТОРИНГ СТАНУ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ КРЕМЕНЧУЦЬКОЇ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЗОНИ У КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Анотація

Забезпечення сталого розвитку регіонів є одним з пріоритетних аспектів державної політики України, як сучасної європейської країни. Місто Кременчук формує власну соціально-економічну зону (СЕЗ). Значна кількість потужних промислових підприємств в сукупності з постійно зростаючою кількістю автомобільного транспорту негативно впливають на екологічний стан міста.

Використовуючи цифрові методи пошуку та аналізу інформації, а також методи математичного моделювання та прогнозування, нами систематизовані чинники, що формують екологічну небезпеку для Кременчуцької СЕЗ. Ми розробили рекомендації які покликані підвищити рівень екологічної безпеки, на основі визначених індикаторів сталого розвитку регіону.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у тому, що визначена динаміка змін сукупності показників у різних сферах розвитку регіону; уточнено причинно-наслідкові зв'язки між ними; проведено аналіз змін станів соціальної, екологічної та економічної сфер розвитку протягом певного часового періоду.

Ключові слова: сталий розвиток, стратегія, екологічна безпека, комплексний вплив.

Abstract

Ensuring the sustainable development of regions is one of the priority aspects of the state policy of Ukraine, as a modern European country. The city of Kremenchuk forms its own socio-economic zone (SEZ). A significant number of powerful industrial enterprises in combination with the constantly growing number of road transport negatively affect the ecological state of the city.

Using digital methods of information search and analysis, methods of mathematical modeling and forecasting, we have systematized the factors that create environmental hazards for the Kremenchug SEZ. We have developed recommendations designed to increase the level of environmental safety, based on the identified indicators of sustainable development of the region.

The scientific novelty of the obtained results lies in the fact that the dynamics of changes in the set of indicators in various areas of the region's development have been determined; the cause-and-effect relationships between them are specified; an analysis of changes in social, ecological and economic spheres of development during a certain time period was carried out.

Keywords: sustainable development, strategy, environmental safety, complex impact.

В ході дослідження з використанням методів цифрового пошуку та аналізу інформації нами визначено базові показники-індикатори (БП) сталого розвитку, в результаті, переліки таких БП представлені окремо для кожної сфери розвитку. Нами проаналізовано зміни значень БП рівня економічного розвитку регіону(у динаміці). Як приклад:

- обсяг реалізованої промислової продукції (товарів, послуг) без ПДВ та акцизу (рис. 1);
- сальдо зовнішньоторговельного обороту товарів, (рис. 2)

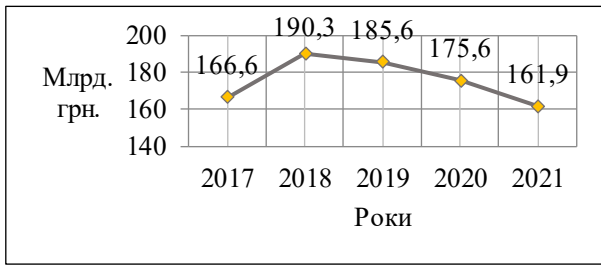


Рис. 1 –обсяг реалізованої промислової продукції (товарів, послуг) без ПДВ та акцизу, млрд. грн.

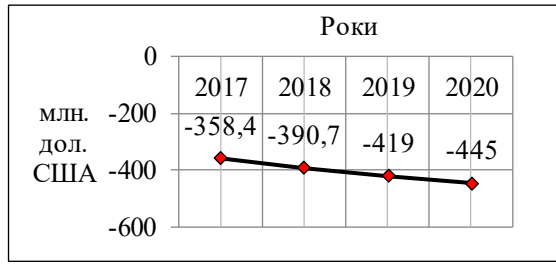


Рис. 2 –сальдо зовнішньоторговельного обороту товарів, млн. дол. США

У результаті аналізу базових економічних показників Кременчуцької СЕЗ [1] ми дійшли до певних висновків, зокрема:

1) у період з 2017-го по 2018-й роки значно зріс обсяг реалізованої промислової продукції, але починаючи з 2018-го року спостерігається значний спад. Так, даний показник у 2021-му році, був меншим за показник 2017-го року.;

2) сальдо зовнішньоторговельного обороту товарів з 2017-го року стабільно збільшувалось у від'ємну сторону.

Соціальна інфраструктура Кременчуцької СЕЗ складається зі сфер, які забезпечують відповідні умови життєдіяльності людей.

При оцінці соціальної сфери основна увага приділялась: демографічним показникам, медичним показникам, показникам соціального захисту та зайнятості населення, а також культурно-освітнім показникам [2].

Інформацію щодо стану деяких з цих показників у часовому аспекті наведено на рис. 3-4.

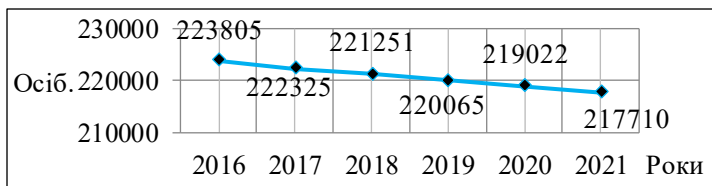


Рис.3 – чисельність населення, осіб

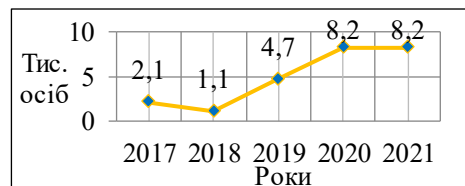


Рис. 4 – Кількість зареєстрованих безробітних на кінець періоду, тис. осіб

Результати аналізу БП соціального розвитку регіону дають змогу стверджувати, що на протязі всього досліджуваного періоду показники чисельності населення та природного приросту стабільно зменшувались, тоді як показники частки пенсіонерів та кількості зареєстрованих безробітних характеризувались стабільним збільшенням.

В якості БП екологічного стану регіону виступали показники антропогенного впливу на довкілля, такі як утворення та накопичення відходів(рис. 5-6) [3].

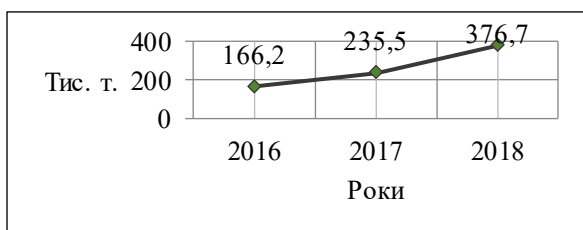


Рис. 5 – Утворені відходи, тис. т.

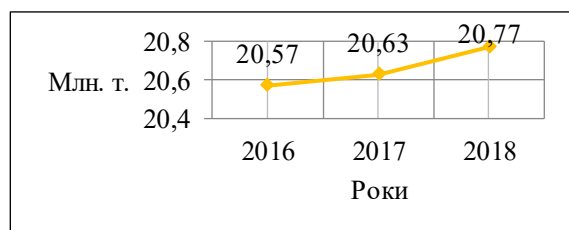


Рис. 6 –Загальний обсяг накопичених відходів, млн. т.

Аналіз БП екологічного стану регіону дозволив зробити наступні висновки :

1) показник обсягу викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел, стабільно зменшувався на протязі всього досліджуваного періоду;

2) показник скидання зворотних вод у поверхневі водні об'єкти зростав з 2016-го по 2017-й роки, а у період з 2017-го по 2018-й роки – навпроти спадав;

3) показники утворюваних, а також загального обсягу відходів, характеризувались значним та стабільним ростом на протязі всього досліджуваного періоду;

Наступним кроком був розподіл усіх БП на «позитивні» та «негативні» в залежності від того, чому сприяє збільшення значення певного БП: поліпшенню чи погіршенню ситуації у місті. Далі обиралась формула приведення значення обраного БП до нормативного виду. Далі був розподіл усіх БП на групи агрегованих показників (АП), окремо для кожної сфери розвитку, а також розрахунок їх значення. До АП входили БП, що прямо пов'язані між собою. На основі встановлених агрегованих показників, для кожної сфери розвитку були розраховані інтегровані показники розвитку території.

Завершальним етапом, був розрахунок індексу соціо-еколого-економічного розвитку (ІСЕЕР) регіону, який здійснювався за формулою:

$$I = \sqrt[3]{I_1 \cdot I_2 \cdot I_3}$$

де I_1, I_2, I_3 — значення відповідних інтегрованих показників розвитку території у кожній сфері розвитку;

Відповідно до уніфікованої шкали оцінювання (табл. 1) ІСЕЕР Кременчуцької СЕЗ, відповідає незадовільному стану.

Таблиця 1

Уніфікована шкала оцінювання

Числове значення показника x_n	Стан показника
$x_n < 0$	Незадовільний
$0 < x_n < 1$	Задовільний
$x_n > 1$	Еталонний

Резюмуючи, констатуємо, що до найважливіших проблем регіону слід віднести:

- стабільне зменшення обсягу реалізованої промислової продукції (товарів, послуг);
- стабільно-значне зниження сальдо зовнішньо торговельного обороту товарів;
- стабільне зменшення чисельності та від'ємний природний приріст населення;
- стабільне збільшення кількості зареєстрованих безробітних;
- стабільно зростаюча кількість утворюваних та накопичених відходів;

Після встановлення основних проблемних питань, характерних для даного регіону, запропоновано рекомендації, які призвані поліпшити ситуацію:

- надання переваги вітчизняній продукції на тендерах, конкурсах і т. п.
- надання робочих місць, збільшення заробітної плати, надання переваги молодим працівниками та спеціалістам, зокрема студентам-випускникам і т. д.
- збільшити штрафи, або ж навпаки — пільги, для підприємств, які, відповідно, стабільно збільшують або намагаються зменшити кількість власних утворюваних відходів чи впровадити безвідходне виробництво.
- розширення екологічної свідомості громадян.

Ми вважаємо, що достатньо важливо розуміти причинно-наслідкові зв'язки між різними сферами розвитку. Особливо, коли мова йде про підвищення рівня екологічної безпеки. Так, розуміючи яким чином різні сфери взаємодіють між собою, можна зрозуміти, наприклад, від яких показників та у якій сфері, залежать відповідні показники у сфері екологічної безпеки, що по суті, являє собою важіль впливу. Тобто змінюючи значення певних показників в одній сфері, ми автоматично змінюємо значення відповідних залежних показників у іншій сфері, що відкриває нові шляхи досягнення цілей

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Головне управління статистики у Полтавській області. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.pl.ukrstat.gov.ua>(дата звернення: 12.09.2024). — Назва з екрана.
2. Програма економічного і соціального розвитку міста Кременчука [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://kremen.gov.ua/index.php?view=single-str&dep-id=36&page_id=270(дата звернення: 12.09.2024). — Назва з екрана.
3. Тітова А.О. Оптимізація системи управління твердими побутовими відходами у кременчуцькій територіальній громаді. / Тітова А.О., Безденежних Л.А., Харламова О.В., Бігдан С.А. // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, №3. — 2021. С. 51–56.

Петряшев Ігор Ігорович, студент, аспірант, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Кременчук, igorpetriashev@gmail.com, АСП(ЕО)–23–1, навчально-науковий інститут механічної інженерії, транспорту та природничих наук;

Дерієнко Богдан Геннадійович, студент, аспірант, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Кременчук, АСП(ЕО)–23–1, навчально-науковий інститут механічної інженерії, транспорту та природничих наук;

Ригас Тетяна Євгеніївна, Доцент кафедри Екології та біотехнології, Доцент, к.т.н., Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Кременчук;

Науковий керівник: **Харламова Олена Володимирівна** – Доцент кафедри Екології та біотехнології, д.т.н., доц., Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, м. Кременчук

Igor Petryashev, student, graduate student, Mykhailo Ostrogradsky National University of Kremenchuk, Kremenchuk, igorpetriashev@gmail.com, educational and scientific institute of mechanical engineering, transport and natural sciences;

Derienko Bohdan Gennadiyovych, student, graduate student, Mykhailo Ostrogradsky National University of Kremenchuk, Kremenchuk, educational and scientific institute of mechanical engineering, transport and natural sciences;

Tetyana Yevgeniyvna Rigas, Associate Professor of the Department of Ecology and Biotechnology, Associate Professor, Ph.D., Mykhailo Ostrogradsky National University of Kremenchuk, Kremenchuk;

Supervisor: **Kharlamova Olena Volodymyrivna** - Associate Professor of the Department of Ecology and Biotechnology, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Kremenchuk Mykhailo Ostrogradskyi National University, Kremenchuk

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ДОСЛІДЖЕННІ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

¹ Український державний університет науки і технологій;

² Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Анотація

Розглянуто різні види екологічних проблем, що постало перед людством, та один з методів їх розв'язання за допомогою геоінформаційних технологій.

Ключові слова: екологічні проблеми, геоінформаційні технології.

Abstract

The different types of environmental problems faced by humanity and one of the methods of their solution with the help of geo-information technologies are considered.

Keywords: environmental issues, geoinformation technologies.

Вступ

Екологічні проблеми сьогодення досягли небувалих масштабів. Серед них є такі:

- перетворення природних ландшафтів на антропогенні завдяки будівництву доріг, інженерних споруд, міських будівель;
- зміна природних екосистем з різноманітних на однокомпонентні при вирощуванні сільськогосподарських культур;
- виснаження ґрунтів завдяки навантаженню при вирощуванні сільськогосподарських культур;
- зміна русл річок, будівництво водосховищ, осушення земель;
- накопичення відпрацьованих ґрунтів при видобутку корисних копалин [1];
- накопичення відходів промислових підприємств та побутових відходів розташовується на значних площах.

Визначення масштабів забруднення навколишнього середовища та вивчення територій порушених екосистем можливо за допомогою інформаційних систем та геоінформаційних технологій [2].

Метою роботи є обґрунтування можливості вивчення стану навколишнього середовища за допомогою сучасних засобів дослідження та роботи з даними.

Результати дослідження

Однією з важливих завдань, що стоїть перед вченими-екологами, є швидке визначення компонентів навколишнього середовища, на основі чого можна робити висновки щодо наступних кроків у напрямку регулювання його стану.

У допомозі цьому стають сучасні інформаційні технології, до яких відносяться геоінформаційні системи. Вони дозволяють збирати інформацію, зберігати, опрацьовувати, моделювати за допомогою математичних методів і аналізувати результати, формувати електронні карти, що містять необхідну інформацію [3]. Таким чином, ГІС включають:

- системи збереження інформації (бази даних);
- системи керування інформацією (СУБД);
- системи захисту інформації;
- системи обробки інформації та отримання прогнозів;
- системи комунікацій.

ГІС здатні оперувати значними масивами незв'язаної інформації, отриманої з різних джерел у різні проміжки часу, тому може бути використані для багатьох цілей, у тому числі обробляти інформацію, отриману з систем спостереження за навколишнім середовищем [4].

В цьому випадку геонформаційні системи будуть зберігати наступні дані:

- хімічні параметри (концентрації) компонентів навколишнього середовища та одиниці їх вимірювання;
- розташування підприємств та місця викидів забруднюючих речовин;
- фізичні параметри (температура, тиск, вологість та ін.) атмосферного, водного середовища та ґрунтового покриву;
- дані супутникового моніторингу;
- картографічні дані;
- геопросторові дані;
- фотознімки місцевості;
- статистичні дані та дані кадастрових реєстрів;
- дані з мережі Інтернет.

Поєднання цих даних дасть можливість отримати зображення на картах забруднених місць, змінених екосистем та скорочення площ зелених насаджень. Використання математичних моделей дасть можливість спланувати управління лісовим та сільським господарством.

Висновки

Використання геоінформаційних технологій суттєво необхідно у теперішній час, оскільки дає можливість не тільки отримувати інформацію, зберігати про навколишнє середовище, але і аналізувати, робити висновки та прогнози на майбутнє.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Босак П. В. Еко-геоінформаційна технологія захисту довкілля від підтериконових вод нововолинського гірничопромислового району / П. В. Босак, В. В. Попович // Екологічні науки. – 2020. - №4(31). – С. 96-102. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.4-31.14>
2. Трофимчук О. М. Геоінформаційні технології захисту довкілля природно-заповідного фонду: монографія / О. М. Трофимчук, О. М. Адаменко, В. М. Триснюк. – Івано-Франківськ: Ін-т телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, 2021. – 343 с.
3. Холошин І. В. Педагогічна геоінформатика. Ч. 1. Дистанційне зондування Землі : навчальний посібник / І. В. Холошин. – Кривий Ріг : ФОП Чернявський Д. О., 2013. – 224 с.
4. Геоінформаційні системи і бази даних : монографія / В. І. Зацерковний, В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, А. О. Терещенко. – Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2014. – 492 с.

Архипова Вікторія Вікторівна — канд. техн. наук, ст. наук. співроб. Наукового центру інноваційних матеріалів та технологій, Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро; доцент кафедри цивільної інженерії, технологій будівництва та захисту довкілля, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, e-mail: arkhipova.v.v@dsau.dp.ua

Резніченко Олег Вікторович — аспірант кафедри інформаційних систем, Український державний університет науки і технологій.

Arkhipova Viktoriia V. — Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher. D. in Engineering, Research Centre for Innovative Materials and Technologies, Ukrainian State University of Science and Technology, Dnipro; Associate Professor of the Department of Civil Engineering, Construction Technologies and Environmental Protection, Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro; email: arh.v.1006@gmail.com

Reznichenko Oleh V. — Postgraduate Student, Department of Information Systems, Ukrainian State University of Science and Technology

THE EVALUATION OF THE ENVIRONMENTAL STATUS OF THE DARNYTSYA LAKES, KYIV CITY

¹ National Aviation University

Abstract

The assessment of the environmental status of the Darnytsya system of natural and artificial lakes in the city of Kyiv is presented. These lakes have a complex landscape structure and potentially high diversity of groups that require detailed research and protection. It was established that the main factors affecting lake ecosystems are recreational load and mechanical pollution.

Keywords: environmental pressure, water pollution, eutrophication, landscape structure, biodiversity.

Анотація

Представлено результат оцінки екологічного стану Дарницької системи природних та штучних озер міста Києва. Дані озера мають складну ландшафтну структуру та потенційне різноманіття угруповань, що потребують детального дослідження і захисту. Встановлено, що основними чинниками впливу на озерні екосистеми є рекреаційне навантаження та механічне забруднення.

Ключові слова: навантаження на навколишнє середовище, забруднення довкілля, евтрофікація, ландшафт-на структура, біорізноманіття.

Introduction

Water bodies, such as natural and artificial reservoirs, play an important role in the structure of urban areas. Water bodies are not only an important natural resource, but also an important component of urban social and ecological systems. Historically, water bodies were one of the main factors influencing the development of cities and towns. However, with increasing urbanization, water resources are negatively affected by pollution and changes. Therefore, the study of water bodies in urbanized areas has become an important issue that requires attention and research.

Lakes are typical features of urban landscape; both naturally and artificially created they serve mostly aesthetic purposes. However, their environmental role is more diverse [1]. The characteristic of lakes is that they have a slow exchange of water, do not receive mainly fresh water from rivers, and their currents do not determine the regime of the reservoir. As a result, lakes may work as retention reservoirs, holding additional rainwaters and depositing their pollution in bottom sediments.

Larger lakes have the effect of softening the climate and temperature of the surrounding areas. The shape, size and relief of the bottom of lakes can change due to the accumulation of bottom sediments. As a result, lakes can create groundwater backup, which causes waterlogging of land. In the process of sediment accumulation, thick bottom sediments are formed, and thus a lake enters succession process towards marshes. An important peculiarity of this would be lack of complete coverage of the lake area by this process. This contributes to the formation of diverse flora and fauna, which deserves special survey and conservation efforts.

At the same time lakes undergo considerable pressure from urban residents due to recreational use, solid waste accumulation and pollution with surface run-off and uncontrolled discharges [2]. Such pressure can cause degradation of lake ecosystems and turn them from factors of environmental balance for a city into a source of major environmental problems.

Results and Discussion

The following lakes were selected for the evaluation of the environmental status of water bodies in the Darnytsia district: Zaryvaha, Tyagle, Martysh, Nebrezh, and Vyrlыtsia. Each of these lakes has its own

unique characteristics and features that affect their ecological balance. In particular, Zaryvaha, Nebrezh and Vyrlytsia are of natural origin, while Tyagle, Lebedyne and Martysh are man-made lakes. Being located inside the urban area, most of them demonstrate landscape structure with domination of anthropogenic features, with Lebedyne lacking almost all their natural features, while others include at least 10% of natural forests and up to 20% meadow vegetation. In these terms, Martysh Lake possesses the biggest share of natural plant associations, including almost 15% of coastal forest.

All lakes are used for rest and recreation by the water and fishing, which imposes the biggest pressure on all studied ecosystems. Most lakes are fed by precipitation, although some also have an additional source of water from underground springs or tributaries, which keeps the balance of water quality close to satisfactory. This balance is quite unsteady, therefore these lakes are prone to eutrophication: during the period of observation Lebedyne and Zaryvaha showed high level of eutrophication, while Martysh has negligible signs of eutrophication, Tyagle has signs of initial eutrophication and pollution, while Vyrlytsia remains practically untouched by anthropogenic pressure.

All lakes - Zaryvaga, Tyagle, Lebedyne, Nebrezh, Vyrlytsia, and Martish - encounter similar environmental issues necessitating urgent remedial action.

The waters of these lakes have low transparency, high turbidity and distinctive smell, which indicate general water pollution. Eutrophication is observed in all lakes to certain extent and all lakes are impacted by the accumulation of garbage and waste, which negatively affects the aesthetics and quality of water bodies.

Lakes Tyagle, Lebedine and Vyrlytsia have problems with excessive pollution of the shores due to recreational use.

In addition to common problems, each lake has its own unique aspects that should be considered:

- Zaryvaga and Nebrezh suffer from algal blooms and deep coastal pollution.
- Lake Tyagle possesses high level of turbidity, which could be the result of a large amount of garbage and construction materials in the water similar to Lake Vyrlytsya.
- The water of Lebedine has a characteristic sour smell, which can be an indicator of the presence of harmful substances in the water.
- Martysh also faces problems with algae and shoreline debris, although these problems may be less pronounced compared to other lakes.

Although all lakes have their own unique characteristics, their preservation and condition require constant monitoring and attention in order to ensure their ecological stability and future use.

Conclusions

The evaluation of the environmental status of the lakes in the Darnytskyi district reveals a pressing need for immediate intervention due to a multitude of serious challenges. One prominent issue is the proliferation of algae, waste and debris accumulation and recreational overuse. This surge in algal growth stems from heightened nutrient concentrations, often resulting from uncontrolled discharge of fertilizers and organic substances into the lakes. Such overgrowth can lead to adverse effects on other aquatic organisms and degrade water quality.

Furthermore, the pervasive odor of the water, often reminiscent of grassy or marshy scents, poses another significant challenge, impacting the environmental quality and deterring tourism potential in the region. This could diminish the appeal of local water bodies to visitors and raise concerns among the community.

REFERENCES

1. Veerkamp, C. J., Schipper, A. M., Hedlund, K., Lazarova, T., Nordin, A., & Hanson, H. I. (2021). A review of studies assessing ecosystem services provided by urban green and blue infrastructure. *Ecosystem Services*, 52, 101367..
2. Grizzetti, B., Liqueste, C., Pistocchi, A., Vigiak, O., Zulian, G., Bouraoui, F., ... & Cardoso, A. C. (2019). Relationship between ecological condition and ecosystem services in European rivers, lakes and coastal waters. *Science of the Total Environment*, 671, 452-465.

Радомська Маргарита Мирославівна — канд. техн. наук, доцент кафедри екології, Національний авіаційний університет, Київ, e-mail: m.m.radomskaya@gmail.com

Ярохмедова Іванна Віталіївна — студентка групи М-101-24-1-ЕК, факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій, Національний авіаційний університет. Київ.

Науковий керівник: **Семенченко Семен Семенович** — д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Radomska Marharyta M. — Department of Environmental Science, National Aviation University, Kyiv, email: m.m.radomska@gmail.com

Yarokhmedova Ivanna V. — Student of the group M-101-24-1-ЕК, Faculty of Environmental Safety, Engineering and Technologies, National Aviation University, Kyiv.

ЗАЛЕЖНІСТЬ ЕЛЕКТРОПРОВІДНОСТІ ВІД ПРИРОДНИХ ТА АНТРОПОГЕННИХ ЧИННИКІВ У ВОДОЙМАХ ОХОЛОДЖУВАЧАХ

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Анотація

Надана оцінка впливу техногенно-антропогенної діяльності на стан поверхневих вод водойми-охолоджувача за параметрами питомої електропровідності. Проведені кореляційні та регресійні аналізи між температурою води і електропровідністю та показниками рН і електропровідністю. Отримана пряма залежність між парами показників, але з різною щільністю та силою залежності. Більш тіснішою, за результатами дослідження, виявилася взаємозалежність між температурою та електропровідністю у поверхневих водах. Результати дослідження вказують на те, що за визначеними показниками можна оцінити та розрізнити природні й антропогенні чинники, які впливають на мінеральний склад поверхневих вод штучного водного об'єкту.

Ключові слова: питома теплоємність, водосховище-охолоджувач, температура, водневий показник, кореляційний аналіз, регресійний аналіз.

Abstract

An assessment of the influence of technogenic and anthropogenic activities on the state of the surface waters of the cooling reservoir based on the parameters of specific electrical conductivity has been provided. Correlation and regression analyzes were carried out between water temperature and electrical conductivity, as well as pH indicators and electrical conductivity. A direct dependency between those pairs of indicators was obtained, but with different density and strength of dependence. According to the results of the study, the interdependence between temperature and electrical conductivity in surface waters turned out to be closer. The results of the study indicate that the natural and anthropogenic factors affecting the mineral composition of the surface waters of an artificial water body can be estimated and distinguished using the specified indicators.

Key words: specific heat capacity, water cooler reservoir, temperature, water indicator, correlation analysis, regression analysis.

Вступ

Води поверхневі, підземні є добрими розчинниками, тому у воді знаходиться багато розчинених солей, що є основою для утворення позитивних і негативних іонів. Завдяки цьому, вода проводить електрику і за показниками електропровідності можна визначити її якість. Електропровідність розглядаємо як чисельний вираз здатності водного розчину проводити електричний струм. Електропровідність природних вод обумовлюється вмістом іонів: Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- . Рівні електропровідності природної води приблизно орієнтують на ступені її мінералізації. Ускладнення, що виникають при оцінках сумарної мінералізації по питомій електропровідності, пов'язані з неоднаковою питомою електропровідністю розчинів різних солей [1].

Вимірювання електропровідності стали важливими, як звичайна частина програми моніторингу якості води [2,3]. Деякі з проблем, пов'язаних із вимірюванням провідності води, – це чутливість до зовнішніх збурень, ефекти поляризації та забруднення, селективність вимірювання та динамічний діапазон вимірювання. Чим більше хімічних речовин і мінералів у воді, тим вода більш електропровідна.

Результати дослідження

У водоймі – охолоджувачі електропровідність залежить, насамперед, від природних чинників та від антропогенних. Серед природних чинників – геологічне середовище, умови та породи, що

складають територію дослідження, ложе водосховище, гідрохімічний склад природних джерел, поверхневого природного стоку, гідрохімічна характеристика річки, що впадає у водосховище, ґрунтовий покрив, наявність (відсутність) рослинності. Крім того, створення водосховища - охолоджувача, - це зарегулювання річки, що призводить до перерозподілу річного стоку. У процесі експлуатації, при значному впливі на водні екосистеми відбувається регулювання стоку, збільшується седиментація, підвищується каламутність води.

Бурштинське водосховище створене у долині річки Гнила Липа (лівій притоці Дністра). У геологічній будові території дослідження беруть участь різновікові відклади різноманітного літологічного складу. Це здебільшого відклади опільської світи (*N_{1op}*), що зустрічаються на лівому березі водосховища, де вододіли з абсолютною висотою 350 м і вище. У нижній частині осадової товщі залягають пісковики, у верхній – вапняки [4,5]. На рівнинній частині території дослідження домінують четвертинні відклади алювіально-делювіального походження, а також лесовидні суглинки. У геоморфологічному відношенні – це горбисто-хвилювата Бурштинська височина, вздовж річки і з правого берега водосховища - заплава [4]. Територія дослідження знаходиться під темно-сірими опідзоленими ґрунтами і чорноземами опідзоленими на лесових породах. Заплава знаходиться під лучними та чорноземно-лучними ґрунтами [6].

В умовах глинистого ґрунту електропровідність потоків, які протікають по цій території, є вищою, ніж на інших територіях. Це пояснюється присутністю у лесових породах деяких речовин, що мають здатність іонізуватися при потрапінні у воду.

Антропогенна складова забруднень вод Бурштинського водосховища детально розглянута [7, 8, 9]. Зосередимось лише на вмісті окремих катіонів і аніонів, які мають здатність підвищувати електропровідність. За дослідженнями, які проводились у 1993 році встановлено підвищений вміст сульфатів 125-183 мг/дм³, хлоридів 21-24 мг/дм³, кальцію – 91-127 мг/дм³, калію 11,6-25,3 мг/дм³ і, звичайно, сухого залишку, 486- 661 мг/дм³. Дослідження якості води у 2008 році вказали на зниження у водах вмісту катіонів та аніонів, що впливають на показники електропровідності та відмітимо зниження вмісту сухого залишку (450-650 мг/дм³). Ще нижчими ці показники стали у водах у 2023-2024 р.р. За результатами аналізу води (осінь, 2023р.) встановлено, що рН 7,9 -8,1, спостерігається каламутність 1,1-1,5, вміст сухого залишку 510-540 мг/дм³.

Таким чином, бачимо що дослідження електропровідності мають важливе практичне значення. І високі і низькі значення електропровідності, відповідно до фонових значень, можна використати для виявлення зміни навколишнього середовища як природного характеру, так і антропогенного.

Ми визначали електропровідність поверхневих вод у Бурштинській водоймі – охолоджувачі та досліджували залежність її показників від температури та водневого показника. Досліджено 38 створів. Місця відбору проб запропоновані на рис. 1, описова статистика результатів досліджень фізичних якостей води у водоймі охолоджувачі подана у табл. 1.



Рис. 1. Створи проведення дослідження (1...38 – номери створів дослідження)

Описова статистика для води водойми охолоджувача

Параметри	Max	Min	Середнє значення	медіана	мода	Стандартне відхилення	Дисперсія	Квадратичне відхилення
Електропровідність	475	405	435,78	435	450	16,35	267,49	9854,432
pH, водневий показник	7,8	6,9	7,48	7,5	7,6	1,23	0,05	1,23
Температура	23	21	20,44	21	21	1,00	1,06	37,26

Дослідження проводились самостійно, у період літньої межні 2024 р. Електропровідність визначалась за допомогою портативного кондуктометра ЕС-132 А, з ціною поділки 1 uS/cm та точністю +/- 2%. Показники рН та температури води визначались за допомогою Venetech GM765, - портативного рН-метра і термометра для рідин. Для рН метра діапазон вимірювань 3,5<рН<11,5 з похибкою +/-0,1%, для термометра похибка складає +/-1%

За допомогою кореляційного аналізу дослідимо, чи підтверджується залежність електропровідності від температури та водневого показника (рН) у природних умовах штучного масиву поверхневих вод і яка ця залежність. Степінь залежності між величинами опишемо за допомогою коефіцієнта кореляції Пірсона (за формулою Пірсона, форм. 1). Для цього використаємо дані наших спостережень (літня межень, 2024).

$$r_{xy} = \frac{\sum (x_i - x_{сеп})(y_i - y_{сеп})}{\sqrt{\sum (x_i - x_{сеп})^2 \sum (y_i - y_{сеп})^2}} \quad (1)$$

Отримані результати розрахунків графічно продемонстровано (рис. 2, 3). Напрямок і висока щільність кореляційної хмари за отриманими даними (рис. 2) вказує на позитивну та високої щільності кореляцію між показниками температури води та електропровідності у штучному масиві поверхневих вод.

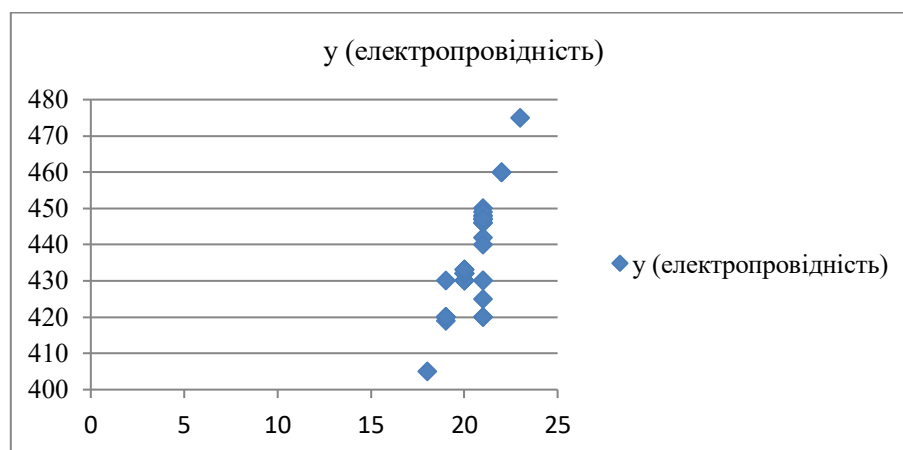


Рис. 2. Лінійна залежність електропровідність від температури

За результатами, модель регресійної статистики температури та електропровідність показує, що значення мають діапазон температури 21°-23°. Значення електропровідності знаходиться у межах 405 - 475, мкс/см із середнім значенням 435,78 мкс/см. Розраховане рівняння регресії $Y = 11,68x + 197$ та визначений коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,697$. Отримані результати вказують на пряму стійку залежність електропровідності від температури води (рис.3).

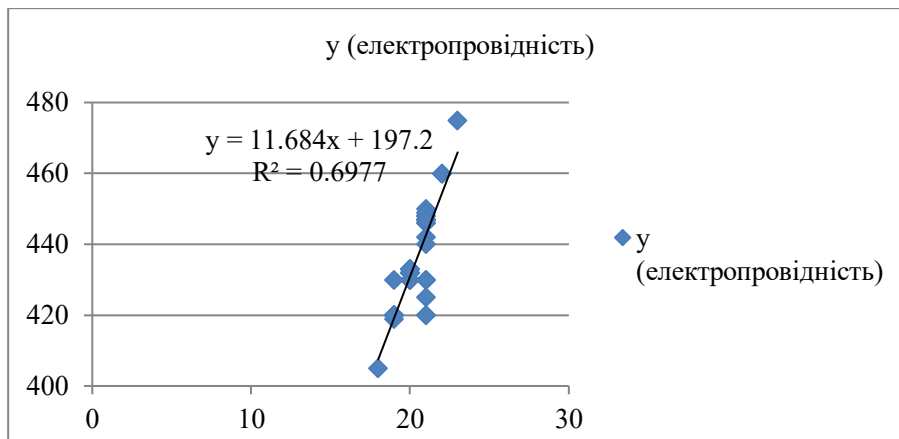


Рис. 3. Лінія регресії між температурою та електропровідністю

Проведені дослідження можливого зв'язку та залежності між показниками рН та електропровідності (рис. 4, 5). Отримані результати вказують на присутність взаємозв'язку між рН та електропровідності у водах водойми-охолоджувача.

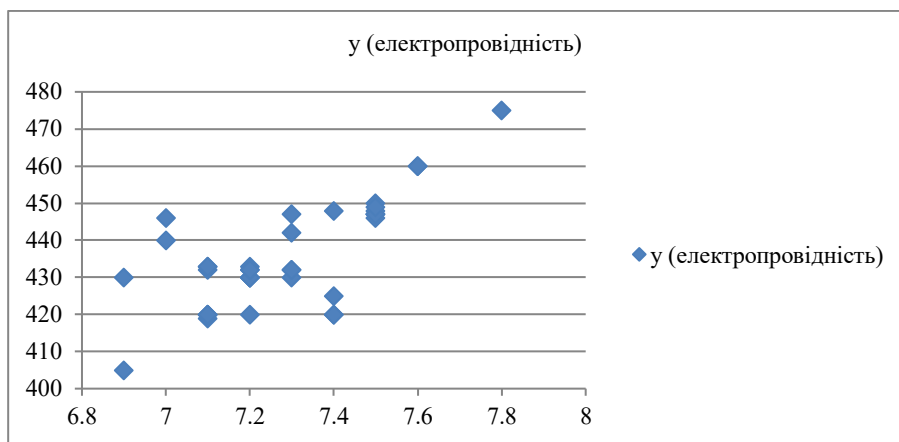


Рис.4. Лінійна залежність між показниками рН та електропровідністю у поверхневих водах водойми охолоджувача

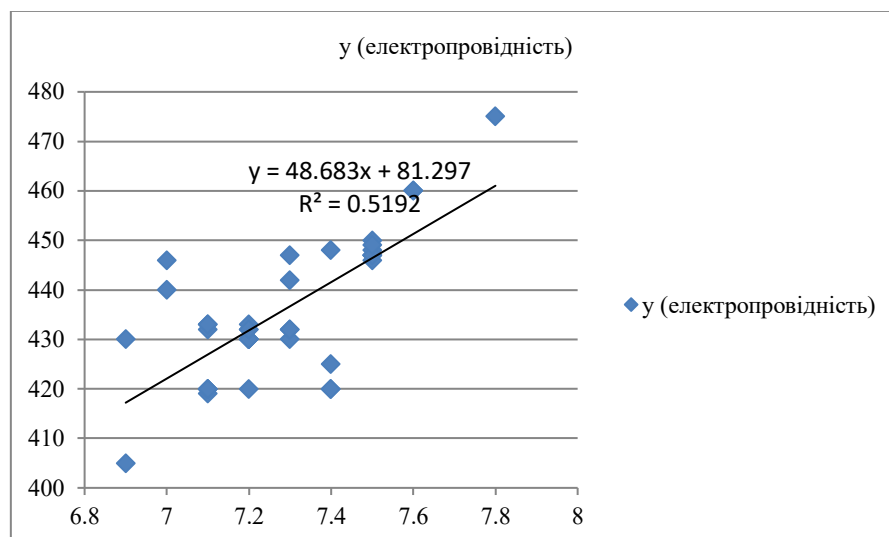


Рис.5. Лінія тренду між показниками рН та електропровідністю

За результатами, модель регресійної статистики рН та електропровідність показує, що значення рН мають діапазон 6,9 до 7,8 і середнє значення рН 7,28. Показники електропровідності знаходяться

у межах від 405,52 до 475,78 мкС/см із середнім значенням 435,78 мкС/см по периметру водосховища, що залежить від дії природних чинників та потрапляння забруднення в результаті різних видів антропогенної діяльності.

Розраховане рівняння регресії $y = 48,68x + 81,29$ та визначений коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,519$. Отримані результати вказують на існування прямої залежності електропровідності від рН.

Антропогенна діяльність має вплив на якість поверхневих вод: на правобережжі зосереджені приватна забудова, городи; аналогічна ділянка розташована на лівобережжі водойми. Крім цього, тут розміщені рекреаційні ділянки, невеличка база відпочинку. Тому необхідний постійний моніторинг якості води та остаточне визначення антропогенних чинників точкового чи дифузного впливу на якість води та для пом'якшення наслідків знижених рН на екосистему, її гідробіотів та здоров'я населення. Після проведення додаткових досліджень можна оцінити потенційні ризики, розробити програму моніторингу і запропонувати заходи для мінімізації шкоди довкіллю.

Висновки

Результати дослідження демонструють існуючу пряму залежність електропровідності від природних чинників у водоймах охолоджувачах та антропогенної діяльності на їх прибережних ділянках. Кореляційний та регресійний аналіз показали пряму стійку залежність між електропровідністю та температурою та існуючу пряму залежність електропровідності від значень рН. Тому дослідження електропровідності є дієвим способом для оцінки впливу різнопланової господарської діяльності та її наслідків на якість поверхневих вод прибережної частини водосховища. Продовження таких досліджень нададуть можливість створити базу даних для подальших математичних моделей, у тому числі й прогнозування, де будуть відображені зміни довкілля в результаті дії як природних чинників так і антропогенних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Юрасов С.М., Сафранов Т.А., Чугай А.В. Оцінка якості природних вод: навчальний посібник. Одеса: Екологія, 2012. 168 с.
2. Aluwong K.C., Hashim M.H.M., Ismail S., Shehu S.A. Modeling ph changes and electrical conductivity in surface water as a result of mining activities. *Науковий вісник Національного гірничого університету*. 2024. (1). С. 122 – 129.
3. Лобойченко В. М., Васюков, О. Є. Оцінка впливу антропогенної діяльності на стан поверхневих вод водоймищ за параметром питомої електропровідності. *Техногенно-екологічна безпека*. 2017. № 2. С.35-39.
4. Природні умови та ресурси парку. Геологічна будова. *Галицький національний природний парк*: веб-сайт. URL: <https://www.halychpark.if.ua/?m0prm=9&m1prm=14> (дата звернення 16.08.2024р).
5. Геологічна карта. *Геологія і геодезія Івано-Франківська та Івано-Франківської області*: веб-сайт. URL: <https://geoplan.com.ua/ua/blog-ua/geological-surveys-ua/geologiya-i-geodeziya-ivano-frankivska-ta-ivano-frankivskoi-oblasti/> (дата звернення 18.08.2024р.).
6. Карта ґрунтів Івано-Франківської області. *Карти України*: веб-сайт. URL: <https://geomap.land.kiev.ua/obl-8.html> (дата звернення 21.08.2024р.).
7. Адаменко О.М., Приходько М.М. Регіональна екологія і природні ресурси: підручник. Івано-Франківськ: «Талія», 2000. 278 с.
8. Ричак Т., Архипова Л. Сучасні тенденції гідрологічних і гідрохімічних досліджень водосховищ. *Дністровські читання: матеріали круглого столу з нагоди 30-річчя Дністровського регіонального ландшафтного парку*, 20 жовт. 2023 р., м. Глумач – Чернівці: Друк Арт, 2023. С.113-115.
9. Ричак Т., Архипова Л. Динаміка якості вод штучного масиву поверхневих вод: *Карпатська Школа: зимова сесія*: Зб. наукових праць Міжнародної Карпатської школи зимова сесія, 21-25 лют. 2024 р. Косів: Наукове товариство імені Шевченка, 2024. С. 169-173.

Ричак Тарас Львович — аспірант кафедри екології, факультет природничих наук, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, e-mail: taras_rychak@ukr.net

Архипова Людмила Миколаївна — д-р техн. наук, професорка, професорка кафедри екології, факультет природничих наук, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, e-mail: konsevich@ukr.net

Rychak Taras L. — PhD student, Department of Ecology, Faculty of Natural Sciences, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, e-mail: taras_rychak@ukr.net

Arkhylova Lyudmila M. — Dr. Sc. (Environmental Safety), Professor, Department of Ecology, Faculty of Natural Sciences, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, e-mail: konsevich@ukr.net

ГЛОБАЛЬНИЙ ПОГЛЯД НА ЗМІНУ КЛІМАТУ: ТЕХНОЛОГІЇ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ТА ЇХ ЗНАЧЕННЯ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Ця робота досліджує використання дистанційного зондування для моніторингу змін клімату за допомогою супутникових технологій, таких як NASA PACE та Globe230k. Описано значення даних про земельні покриви, океанічні та атмосферні процеси для прогнозування кліматичних змін і розробки глобальних адаптаційних стратегій.

Ключові слова: дистанційне зондування, кліматичні зміни, мікросупутники, екосистеми, вуглецевий цикл.

Abstract

This work explores the use of remote sensing to monitor climate change using satellite technologies such as NASA's PACE and Globe230k. The value of data on land covers, oceanic and atmospheric processes for forecasting climate changes and developing global adaptation strategies is described.

Keywords: remote sensing, climate change, microsatellites, ecosystems, carbon cycle.

Вступ

Дистанційне зондування (ДЗ) є одним із ключових інструментів, які використовуються для моніторингу кліматичних змін, надаючи вченим точні та детальні дані про зміни на поверхні Землі, в океанах та атмосфері. Використання супутникових систем, таких як NASA PACE, а також інноваційні набори даних, такі як Globe230k, робить можливим моніторинг глобальних екологічних процесів у режимі реального часу. Супутники, які здійснюють дистанційне зондування Землі, забезпечують безперервний потік інформації про зміну температур, концентрацію парникових газів, вирубка лісів та танення льодовиків — усе це є ключовими показниками глобальних кліматичних змін.

Кліматичні зміни вже призводять до катастрофічних наслідків, таких як зростання рівня моря, зміни погодних патернів та втрата біорізноманіття. У цьому контексті дистанційне зондування відіграє важливу роль у формуванні глобальних кліматичних стратегій та адаптаційних заходів. Сучасні технології дозволяють науковцям детально вивчати, як кліматичні процеси впливають на різні екосистеми, надаючи урядам та міжнародним організаціям інструменти для розробки ефективної політики у сфері кліматичних змін.

Результати дослідження

Одним із найновіших досягнень у сфері дистанційного зондування є набір даних Globe230k, який дозволяє значно покращити точність і деталізацію моніторингу змін земельних покривів. Globe230k використовується для картографування змін у сільськогосподарських та лісових територіях, а також у міських регіонах, де процеси урбанізації значно впливають на екологічні системи. За допомогою цього набору даних вчені можуть аналізувати вплив таких явищ, як вирубка лісів, опустелювання та зміни в землеробстві, на кліматичні процеси.

Один із найбільш тривожних аспектів зміни земельного покриву — це великомасштабна вирубка лісів, особливо в тропічних регіонах, яка є важливим джерелом викидів вуглекислого газу. Ліси виконують функцію «вуглецевих поглиначів», поглинаючи CO₂ з атмосфери, і їх знищення веде до прискорення глобального потепління. Завдяки дистанційному зондуванню та точним картам земельних покривів, отриманим із набору даних Globe230k, уряди та екологічні організації можуть краще контролювати процеси вирубки та розробляти програми для збереження лісів.

Океани є одним із найбільш важливих компонентів глобальної кліматичної системи. Вони поглинають значну частину тепла і CO₂ з атмосфери, відіграючи важливу роль у пом'якшенні кліматичних

змін. Одним із основних інструментів для вивчення океанічних процесів є місія NASA PACE, яка була запущена в 2024 році. Місія PACE зосереджена на вивченні фітопланктону — мікроскопічних організмів, які виконують критичну функцію в глобальному вуглецевому циклі.

Фітопланктон поглинає вуглекислий газ і вивільняє кисень, тим самим відіграючи ключову роль у регулюванні кліматичних процесів. Вимірювання концентрації фітопланктону за допомогою PACE допомагає дослідникам зрозуміти, як зміни у складі океанічних екосистем впливають на клімат. Наприклад, підвищення температури океанів може призвести до скорочення чисельності фітопланктону, що, у свою чергу, зменшить здатність океанів поглинати вуглекислий газ, посилюючи глобальне потепління.

Окрім фітопланктону, PACE також надає інформацію про аерозолі та хмарність. Ці дані дозволяють відслідковувати зміни в атмосфері, зокрема, як хмари впливають на сонячну радіацію та температуру поверхні Землі. Це особливо важливо для моделювання кліматичних процесів і прогнозування майбутніх змін.

Міжнародна космічна станція (МКС) — це унікальна платформа для збору даних про кліматичні процеси. Завдяки своїй орбіті, яка охоплює 90% населення Землі, МКС забезпечує глобальний моніторинг з різних куточків світу. Сенсори на борту МКС дозволяють збирати дані про температуру океанів, рівень озону, пилові частинки в атмосфері та інші критично важливі показники кліматичних змін.

Одним із найбільш цікавих аспектів МКС є можливість моніторингу великих природних катастроф у режимі реального часу. Це включає спостереження за ураганами, лісовими пожежами та вулканічними виверженнями, які мають значний вплив на клімат. Дані, отримані з МКС, дозволяють урядам і рятувальним службам швидко реагувати на такі події та розробляти стратегії для мінімізації їхнього впливу на екосистеми та населення.

Мікросупутники, або CubeSats, є інноваційними технологіями, які дозволяють збирати кліматичні дані з високою точністю та вартісною ефективністю. CubeSats — це невеликі супутники, які можуть бути використані для моніторингу кліматичних змін у віддалених або важкодоступних регіонах, таких як полярні області або гірські ланцюги.

Ці мікросупутники можуть використовуватися для відслідковування змін у викидах парникових газів, як-от метан та вуглекислий газ, а також для моніторингу деградації земель, стану лісів та забруднення повітря. CubeSats відкривають нові можливості для дослідників, оскільки вони є відносно недорогими в порівнянні з традиційними супутниками і можуть забезпечувати більш часті оновлення даних.

Висновки

Дистанційне зондування стало одним із найбільш важливих інструментів для моніторингу кліматичних змін на планеті. Завдяки таким технологіям, як супутники NASA PACE, набори даних Globe230k, CubeSats та МКС, науковці мають змогу отримувати точні дані про кліматичні процеси в режимі реального часу. Це допомагає урядам, міжнародним організаціям і дослідникам краще розуміти зміни клімату і розробляти стратегії для пом'якшення їхніх наслідків.

Ці технології також дозволяють відслідковувати вплив змін клімату на різні екосистеми, включаючи лісові масиви, океани та атмосферу. Дані, зібрані за допомогою дистанційного зондування, відіграють вирішальну роль у прогнозуванні наслідків кліматичних змін та допомагають у розробці глобальних заходів з адаптації до нових екологічних викликів. Подальший розвиток технологій дистанційного зондування обіцяє ще більше покращити такі можливості моніторингу клімату на різних рівнях, відкриваючи нові шляхи для вирішення глобальних проблем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Lenton T.M., Abrams J.F., Bartsch A. et al. Remotely sensing potential climate change tipping points across scales. *Nature Communications*, 2024. Vol. 15(343). doi: 10.1038/s41467-023-44609-w.
2. 6 ways satellites are helping to monitor our changing planet from space. URL: <https://www.weforum.org/agenda/2024/05/earth-observation-satellites-climate-change-research/> (дата звернення: 18.09.2024).
3. New remote sensing dataset improves global land change tracking. URL: <https://phys.org/news/2023-11-remote-dataset-global-tracking.html> (дата звернення: 18.09.2024).

4. Qian Shi, Da He, Zhengyu Liu, Xiaoping Liu, Jingqian Xue. Globe230k: A Benchmark Dense-Pixel Annotation Dataset for Global Land Cover Mapping. *Journal of Remote Sensing*, 2023. Vol.3(0078). doi: 10.34133/remotesensing.0078.

Цимбалюк Олександр Петрович — студент групи ТЗД-24м, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: Sasha_1989@ukr.net.

Кватернюк Сергій Михайлович — д.т.н., професор, професор кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kvaternuk@vntu.edu.ua.

Максименко Максим Павлович — аспірант кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля Вінницького національного технічного університету, Вінниця, e-mail: obzzorator@gmail.com.

Tsymbaljuk Oleksandr Petrovych — student of the TZD-24m group, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Sasha_1989@ukr.net.

Kvaterniuk Serhii Mykhailovych — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, e-mail: kvaternuk@vntu.edu.ua.

Maksimenko Maxim Pavlovich — Post-Graduate Student of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, e-mail: obzzorator@gmail.com.

В. І. Мокрий¹
Е. М. Арустамян²
В. І. Бондарь³
І. М. Петрушка¹
Ю. В. Пилип'юк¹

ГІС-ТЕХНОЛОГІЇ МОНІТОРИНГУ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ ЛІСІВ НПП «ПІВНІЧНЕ ПОДІЛЛЯ»

¹ Національний університет «Львівська політехніка»;

² Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України;

³ Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація

Запропоновано методологічний підхід застосування геоінформаційних технологій моніторингу лісових екосистем для оцінки екосистемних послуг НПП «Північне Поділля».

Ключові слова: геоінформаційна технологія, моніторинг, національний природний парк, лісові екосистеми.

Abstract

A methodological approach of applying geo-information technologies for monitoring forest eco-systems for the assessment of ecosystem services of the «Northern Podillia» NNP is proposed.

Key words: geoinformation technology, monitoring, national natural park, forest ecosystems.

Вступ

Європейський союз широко практикує застосування геоінформаційних технологій для охорони територій природно-заповідного фонду (ПЗФ). Застосування геоінформаційних систем (ГІС) для проектування та функціонування об'єктів ПЗФ також передбачене законодавством України. Геоінформаційне забезпечення моніторингу підвищує ефективність територіального аналізу та управління об'єктами ПЗФ. Національний природний парк (НПП) «Північне Поділля», створений в 2010 р., відіграє ключову роль у поєднанні базових елементів національної екомережі України з Загальноєвропейською, через формування Галицько-Слобожанського екологічного коридору [1].

Метою роботи є розроблення методологічного підходу застосування геоінформаційних технологій моніторингу лісових екосистем для оцінки екосистемних послуг НПП «Північне Поділля».

Результати дослідження

Отримані результати дозволяють оцінити ефективність екосистемних послуг лісових екосистем НПП «Північне Поділля». Моніторинг рослинного покриву виконано шляхом використання програмного забезпечення QGIS 3.36.0 RC та KML файлів з географічною прив'язкою меж парку. Використано набір даних із супутника Sentinel-2 L2A, який був завантажений через середовище Copernicus Browser та TerraScope Viewer.

За результатами використання нормалізованого диференційного вегетаційного індексу (NDVI) у TerraScope Viewer, ідентифіковано ділянки з рослинністю, оцінюючи їхню вегетаційну активність та стан. Аналіз супутникових знімків показав, що площа територій з значеннями NDVI 0,6-1 перевищує площу заповідної зони, що свідчить про високу продуктивність лісових угруповань, які знаходяться за межами заповідної зони. Також виявлено, що у зонах вирубок та сільськогосподарської діяльності індекс NDVI сезонно значно відрізняються. Листовий індекс площі (Leaf Area Index або LAI) представляє собою безрозмірну одиницю, яка оцінює кількість зелених листків та їх площу на одиницю земної поверхні. Для проведення порівняльного аналізу LAI обрали три контрольні точки на території НПП "Північне Поділля": Ботанічну пам'ятку природи «Сасівська», Зборівський ліс та Вороняцьку ділянку, які відрізняються за густотою, ярусністю та видовим складом рослин. Варіація LAI в середо-

вищі TerraScore Viewer коливається від 0 до 8 одиниць. Проведені спостереження показують, що в межах лісових ділянок парку LAI не перевищує 6 під час піку фенологічної активності (у червні) і спадає до 0,2 у весняний період без снігового покриву.

НПП «Північне Поділля», як й інші об'єкти ПЗФ України, надає відповідні екосистемні послуги суспільству – вигоди, які місцеве населення регіону та відвідувачі території отримують від екосистем парку. В таблиці 1 подані розрахунки вартості екосистемних послуг лісопокритих територій.

Таблиця 1. Вартість екосистемних послуг природних територій з деревним і чагарниковим покривом

Екосистемні послуги природних територій з деревним і чагарниковим покривом			
Екосистемні послуги	Вартість, дол./га/рік	Екосистемні послуги	Вартість, дол./га/рік
1. Збір пилу	3 260	5. Запилення	50
2. Регуляція клімату	800	6. Депонування вуглецю	280
3. Регуляція повеней	25	7. Боротьба з комахами-шкідниками	525 000
4. Стабілізація ґрунту, зменшення ерозії та вивітрювання	1 940 000	8. Забезпечення вологою	1 000
		9. Збереження біорізноманіття	17 500
Всього			2 487 915

В ЄС (2009 р) складено уніфіковане визначення та стандартизовану типологію екосистемних послуг – the Common International Classification of Ecosystem Services (CICES). Відповідно до неї, виділяють три групи (секції) екосистемних послуг: постачальні послуги; регулювання та підтримка; культурні послуги [2].

Висновки

Встановлено, що запропонований підхід забезпечує створення ГІС НПП «Північне Поділля», що є важливою умовою комплексного моніторингу стану території, біорізноманіття, природних та історико-культурних комплексів для підвищення ефективності надання екосистемних послуг парком.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. НПП «Північне Поділля». Режим доступу: <https://park-podillya.com.ua/> .
2. Загальна міжнародна класифікація екосистемних послуг (CICES) / Електронний ресурс. Режим доступу: <https://cices.eu/> .

Мокрий Володимир Іванович — доктор техн. наук, професор кафедри екологічної безпеки та природоохоронної діяльності, Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, e-mail: volodymyr.i.mokriy@lpnu.ua .

Арустамян Едуард Максимович — директор департаменту природно-заповідного фонду та біорізноманіття, Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, м.Київ.

Бондарь Валерія Іванівна — канд. с.-г. наук, доцент кафедри загальної екології, радіобіології та безпеки життєдіяльності, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ.

Петрушка Ігор Михайлович — доктор техн. наук, завідувач кафедри екологічної безпеки та природоохоронної діяльності, Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів,

Пилип'юк Юрій Васильович — аспірант кафедри екологічної безпеки та природоохоронної діяльності, Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів.

Mokryi Volodymyr I. — doctor of technology of sciences, professor of the Department of Environmental Safety and Environmental Protection, Lviv Polytechnic National University, Lviv, e-mail: volodymyr.i.mokriy@lpnu.ua .

Arustamyan Eduard M. — Director of the Department of Nature Reserve Fund and Biodiversity, Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine, Kyiv.

Bondar Valeriya I. — candidate of agricultural of sciences, associate professor of the department of general ecology, radiobiology and life safety, National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine, Kyiv.

Petrushka Igor M. — doctor of technology. of Sciences, Head of the Department of Environmental Safety and Environmental Protection, Lviv Polytechnic National University, Lviv,

Pylypyuk Yuriy V. . — is a graduate student of the Department of Environmental Safety and Environmental Protection, Lviv Polytechnic National University, Lviv.

Л. М. Черняк¹
Томаш Манецкі²
Радослав Чешельські²
О. М. Міхєєв¹,
Т. І. Дмитруха¹

ДОСЛІДЖЕННЯ БІОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ ҐРУНТУ В ЗОНІ ВПЛИВУ АЕРОПОРТУ

¹ Національний авіаційний університет;

² Лодзинський технічний університет

Анотація

Розглянуто проблему впливу діяльності аеропортів на екологічний стан ґрунту. Визначено залежність ферментативної активності ґрунту від відстані до аеропорту.

Ключові слова: екологічна безпека аеропортів, екологічний стан ґрунту, ферментативна здатність, біологічна активність ґрунту, нафтопродукти, важкі метали.

Abstract

The problem of the airport activity impact on the ecological conditions of the soil is considered. The dependence of the enzymatic activity of the soil on the distance to the airport was determined.

Keywords: ecological safety of the airports, ecological condition of the soil, enzymatic activity, oil products, heavy metals.

Вступ

Цивільна авіація належить до тих галузей, що стрімко розвиваються. Щорічно спостерігається зростання інтенсивності авіатранспортних процесів. Відповідно, зростання кількості рейсів повітряних суден супроводжується зростанням навантаження на довкілля під дією фізичних та хімічних факторів у результаті виконання технологічних операцій із забезпечення діяльності аеропорту та обслуговування, заправлення, ремонту та експлуатації повітряних та наземних транспортних засобів [1]. У результаті функціонування аеропортів різного ступеню впливу фізичних та хімічних факторів зазнають усі компоненти довкілля, зокрема, ґрунти. Найбільшого впливу зазнають ґрунти в зоні впливу аеропортів саме нафтопродуктами та важкими металами. Це призводить до погіршення їх екологічних характеристик та зниження здатності до самовідновлення. Тому, актуальним питання є визначення впливу діяльності аеропортів на біологічну активність ґрунту і, зокрема, ферментативну активність. Відомо, що ключовими ґрунтовими оксидоредуктазами є каталаза, дегідрогеназа, поліфенолоксидаза [2]. Поліфенолоксидаза каталізує окислення поліфенола в хіноні у присутності кисню повітря, утворення ароматичних сполук, і відіграє важливу роль у процесі гумусоутворення [3]. та відновленні ґрунтів забруднених нафтопродуктами.

Результати дослідження

Метою нашого дослідження було визначення залежності поліфенолоксидазної активності ґрунту на різній відстані від аеропорту. Для дослідження було відібрано проби ґрунту методом «конверту» на відстані 50 м, 500 м, 1000 м, 1500 м та 2000 м від злітно-посадкової смуги Міжнародний аеропорт "Київ" імені І.Сікорського. А також контрольна проба ґрунту на умовно чистій території.

Поліфенолоксидазну активність зазначених проб ґрунту було визначено за стандартною методикою відповідно до якої поліфенолоксидаза каталізує окислення фенолів в хіноні в присутності кисню. Результати дослідження представлені у табл. 1.

Для систем газозабезпечення найбільш придатним є технічний пропан (C_3H_8), оскільки він має високу пружність парів до $-35\text{ }^\circ\text{C}$ (температура кипіння пропану за атмосферного тиску $-42,1\text{ }^\circ\text{C}$). Навіть за низьких температур з балону легко відбирати потрібну кількість парової фази в умовах

Таблиця 1

Результати експериментального дослідження поліфенолоксидазної активності ґрунту

Відстань до злітно-посадкової смуги аеропорту, м	Поліфенолоксидазна активність, мг 1,4-п-бензохінону на 100 г ґрунту за 1 год
50	381,00
500	331,00
1000	264,33
1500	297,67
2000	414,33
Контрольний зразок ґрунту	497,67

Токсична дія у результаті техногенного забруднення полягає в інгібуванні та блокуванні окремих процесів метаболізму організму. Отримані нами експериментальні дані дослідження поліфенолоксидазної активності ґрунту в зоні впливу аеропорту є відображенням різного ступеня токсичної дії хімічного забруднення у результаті діяльності аеропорту залежно від відстані до злітно-посадкової смуги. Найвищим рівнем поліфенолоксидазної активності характеризується проба ґрунту, відібрана на найбільшій відстані від злітно-посадкової смуги (2000 м). Найнижчий показник поліфенолоксидазної активності встановлено для проби ґрунту, відібраної на відстані 1000 м від злітно-посадкової смуги аеропорту. На нашу думку це може бути проявом впливу автомобільної дороги, що розташована на даній відстані поряд з аеропортом.

Висновки

У результаті аналізу отриманих результатів встановлено залежність ферментативної здатності ґрунту від відстані до злітно-посадкової смуги аеропорту. Отже, можемо зробити висновок про вплив здійснення авіатранспортних процесів на ферментативну здатність ґрунту в зоні впливу аеропорту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. В.А. Гроза, С.М. Маджд, Г.М. Франчук. Екологічний стан ґрунтового покриву в зоні експлуатації і ремонту авіаційної техніки. Екологічна безпека та природокористування. 2010. – 56-66 С.
2. М. Мекіч, Л. Буньо, О. Терек. Оксидоредуктазна активність ґрунтів в умовах нафтового забруднення та фіторе mediaції. Вісник Львівського університету. Серія біологічна. 2021. Випуск 85. – 35–44. С.
3. Чебанова В.В. Динаміка ферментативної активності чорнозему типового за використання різних видів добрив. Екологічні науки № 1(24). Т.1. – 82-86 С.

Черняк Лариса Миколаївна — канд. техн. наук, доцент. доцент кафедри екології, Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна, e-mail: specially@ukr.net

Томаш Манецьки - доктор хімічних наук, професор, Лодзинський Технічний Університет, м. Лодзь, Польща, e-mail: tomasz.maniecki@p.lodz.pl

Радослав Чешельські – PhD, Лодзинський Технічний Університет, м. Лодзь, Польща, e-mail: radoslaw.ciesielski@p.lodz.pl

Міхєєв Олександр Миколайович – доктор біологічних наук, с.н.с., Національний авіаційний університет, Київ, Україна, e-mail: mikhalex7@yahoo.com

Дмитруха Тетяна Іллівна — канд. техн. наук, доцент. доцент кафедри екології, Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна, e-mail: dmitrucha79@gmail.com

Cherniak Larysa M. — PhD, Associated Professor, Ecology Department, National Aviation University, Kyiv, Ukraine, e-mail: specially@ukr.net

Tomasz Maniecki — Dr. Sc. (Chem.), Professor, Lodz University of Technology, Lodz, Poland e-mail: tomasz.maniecki@p.lodz.pl

Radoslaw Ciesielski — PhD, Lodz University of Technology, Lodz, Poland,, e-mail: radoslaw.ciesielski@p.lodz.pl

Міхєєв Олександр Миколайович — Dr. Sc. (Biol.), Ecology Department, National Aviation University, Kyiv, Ukraine, e-mail: mikhalex7@yahoo.com

Дмыtrukha Tetiana I. — PhD, Associated Professor, Ecology Department, National Aviation University, Kyiv, Ukraine, e-mail: e-mail: dmitrucha79@gmail.com

Nataliia Dzhura¹
Iryna Podan¹
Olha Romanyuk²
Halyna Antonyak¹

THE STUDY OF OIL-CONTAMINATED SOIL AT STARYI SAMBIR PETROLEUM DEPOSIT

¹Ivan Franko National University of Lviv, Ukraine

²Department of Physical Chemistry of Fossil Fuels at the Institute of Physical Organic Chemistry and Coal Chemistry named after L. M. Litvinenko of the National Academy of Sciences of Ukraine

Анотація

Об'єктом досліджень були ґрунти ділянок нафтових свердловин № 60, 65, 76 Старосамбірського родовища – техногенні геокомплекси зі зруйнованим біогеоценотичним покривом. Встановлено ступінь токсичності та сумарну кількість нафтопродуктів у ґрунтах. Проведені дослідження дають змогу зробити висновок, що ґрунти в регіоні потребують впровадження заходів, які забезпечили б поліпшення їхнього якісного стану, зокрема визначення оптимальних умов для проведення фіторе mediaції.

Ключові слова: Старосамбірське нафтове родовище, забруднення, нафта, нафтопродукти, ґрунт, фітотоксичність.

Abstract

The object of research was the soil from oil wells No. 60, 65, and 76 of Staryi Sambir Petroleum Deposit – man-made geocomplexes with destroyed biogeocenotic cover. The degree of toxicity and the total amount of petroleum products in the soil were measured. Based on the conducted studies we can conclude that the soil in the region requires measures that would improve its quality, in particular, determining the optimal conditions for phytoremediation.

Key words: Staryi Sambir Petroleum Deposit, contamination, oil, petroleum products, soil, phytotoxicity.

Introduction

The industries of oil production and oil refinery are one of the most detrimental to the environment. The negative impact of these activities can be observed at all stages of mining operations: from geological exploration to the completion of well operations. Ukraine has a dense network of petroleum product supply facilities. Almost the entire country is under the potential threat of oil contamination. Staryi Sambir Petroleum Deposit is located in Staryi Sambir district of Lviv region. Oil production there started in December 1969. As a result of intensive long-term oil production and various types of construction, the natural topography of the field has undergone a strong anthropogenic transformation and caused environmental problems in ecosystems, in particular, in their most important components - soil and vegetation cover [2, 3, 4, 5].

Oil and petroleum products are liquid pollutants that can actively migrate in any soil. The high mobility of pollutants is the reason for their ability to spread over large areas in case of emergency situations and get into underground and surface water. Oil contamination of soil causes changes in their physical and chemical properties. Due to the microrelief, the substrate composition disturbed by water and changed temperature conditions, a specific microclimate is formed in contaminated areas, and a specific smell appears. The harmful effect of resin-alphalten components on soil ecosystems lies not just in chemical toxicity, but also in a significant change in the water-physical properties of soil. If oil seeps from above, its tar-asphalt components are sorbed mainly in the upper humus horizon, firmly cementing it. The black colour of oil-contaminated soils leads to excessive absorption of solar radiation [2, 3].

The object of research was soil from oil wells No. 60, 65, and 76 of Staryi Sambir Petroleum Deposit – man-made geocomplexes with destroyed biogeocenotic cover (fig. 1).



Fig. 1. Saryi Sambir petroleum deposit

The temperature regime, acidity and phytotoxicity of the soil were measured. For research, soil samples were taken directly at the wells, as well as at a distance of 10 and 20 metres from the wells according to the generally accepted method. The soil without oil selected from the relatively clean area in Saryi Sambir was considered the control. Soil toxicity was determined with a growth test using *Linum usitatissimum* L. [1, 2]. The total amount of petroleum products in the soil was determined with the gravimetric method with combustion. The method involves calibration using uncontaminated soil in order to eliminate the influence of the humus component and moisture [4].

Results

As a result of the development of the petroleum deposit, the vegetation of this region has undergone significant anthropogenic changes. Since the transportation of oil from the field is carried out by motor vehicles, there are constant oil spills that occur when filling tank trucks; as a result, the soil gets compact, its hydrological regime changes, and the vegetation cover degrades.

Oil-contaminated soil from Saryi Sambir petroleum deposit had a higher temperature as compared to the control and a lower temperature as compared to that on which the plants grew. Vegetation cover prevents degraded oil-contaminated soils from overheating. With the use of plants at all points studied, the soil temperature was lower by an average of 3-5 degrees Celsius [2].

Based on the results obtained, the degree of contamination and the total amount of petroleum products in the studied soil samples of Saryi Sambir petroleum deposit were established: Well No. 60 – the maximum level of phytotoxicity, very strong pollution (14.1% of petroleum products in the soil). This well has been in operation for the longest time (since 1971), is located near the road, and receives additional impact from vehicles. Well No. 65 – high level of toxicity, heavy soil contamination, the content of petroleum products reached 9.2 %. Well No.76 – the level of phytotoxicity is above average, petroleum product contamination is 5.4 %.

Conclusions

Based on the conducted studies we can conclude that the soil in the region requires measures that would improve its quality, in particular, determining the optimal conditions for phytoremediation.

REFERENCES

1. Горон М. З. Фітотестування як експрес-метод оцінки токсичності нафтозабруднених ґрунтів / М. З. Горон, Н. М. Джура, О. І. Романюк та ін. // Вісник Львів. ун-ту. Сер. біол. 2012. Вип. 58. С. 185–192.
2. Джура Н. М. Екологічні наслідки довготривалого нафтовидобутку на Старосамбірському родовищі / Н. М. Джура, І. І. Подан // Вісник Львівського університету. Сер. біол. – Вип. 76, 2017. – С. 120-127.
3. Процько Я. І. Вплив нафти та нафтопродуктів на ґрунтовий покрив / Я. І. Процько // Вісн. Полтав. державної аграрної академії. 2010. № 2. С. 189-191.
4. Шевчик Л. З. Екологічна оцінка та фіторе mediaція нафтозабруднених ґрунтів: Автореф. дис... канд. біол. наук: 03.00.16 / Дніпро, 2017. 23 с.
5. Pavlychenko A. The investigation of rock dumps influence to the levels of heavy metals contamination of soil / A. Pavlychenko, A. Kovalenko // Mining of Mineral Deposits. Leiden, The Netherlands : CRC Press / Balkema, 2013. pp. 237-238.

Джура Наталія Миронівна – кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри екології Львівського національного університету імені Івана Франка, м. Львів, e-mail: nataliya.dzhura@lnu.edu.ua

Подан Ірина Ігорівна – аспірантка кафедри екології Львівського національного університету імені Івана Франка, м. Львів, e-mail: iruna.podan@gmail.com

Романюк Ольга Іванівна – кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник Відділення фізико-хімії горючих копалин Інституту фізико-органічної хімії і вуглекімії ім. Л. М. Литвиненка НАН України, м. Львів.

Антоняк Галина Леонідівна – доктор біологічних наук, професор, професор кафедри екології Львівського національного університету імені Івана Франка, м. Львів, *e-mail*: halyna.antonyak@lnu.edu.ua

Nataliia Dzhura – Ph.D., Docent, Associate Professor of the Department of Ecology, Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, *e-mail*: nataliya.dzhura@lnu.edu.ua

Iryna Podan – Postgraduate of the Department of Ecology, Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, *e-mail*: iruna.podan@gmail.com

Olha Romanyuk – Research Supervisor of the Topic: Candidate of Chemical Sciences, Senior Researcher Department of Physical Chemistry of Fossil Fuels at the Institute of Physical Organic Chemistry and Coal Chemistry named after L. M. Litvinenko of the National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv.

Halyna Antonyak – Ph.D. (Doctor of Biological Sciences), Professor, Professor of the Department of Ecology, Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, *e-mail*: halyna.antonyak@lnu.edu.ua

ЕКСПРЕСНА ЕЛЕКТРОХІМІЧНА СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЙ ТОКСИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ У ПИТНІЙ ВОДІ ТА ВОДНИХ ОБ'ЄКТАХ ДОВКІЛЛЯ

¹ Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій
та систем НАН України та МОН України

² Національний університет біоресурсів та природокористування України

Анотація

Запропоновано підхід до розробки експресної електрохімічної системи визначення концентрацій токсичних елементів, що потрапляють у навколишнє середовище, шляхом розроблення інструментарію для оперативного оцінювання якості питної води та водних об'єктів у польових умовах з використанням імпульсних методів інверсійної хронопотенціометрії.

Ключові слова: концентрація токсичних елементів, питна вода, навколишнє середовище, інверсійна хронопотенціометрія.

Abstract

An approach is proposed to the development of an express electrochemical system for determining the concentrations of toxic elements entering the environment by developing an information technology for the rapid assessment of the quality of drinking water and water bodies in the field using pulse methods of inversion chronopotentiometry.

Keywords: concentration of toxic elements, drinking water, environment, inverse chronopotentiometry.

Вступ

На сьогодні проблематика визначення вмісту забруднювачів у питній воді та об'єктах довкілля є однією з найактуальніших та найважливіх. Це викликає потребу значного розширення функціональних можливостей систем екологічного моніторингу водних об'єктів навколишнього середовища шляхом розроблення нової технології швидкого визначення токсичних елементів, що потрапляють у навколишнє середовище, яка дозволить оперативно вимірювати концентрації токсичних речовин у польових умовах. Така система буде розроблятися на основі методів інверсійної хронопотенціометрії.

Результати дослідження

Вирішити проблему забруднення у водних об'єктів можна шляхом розроблення експресної електрохімічної системи визначення концентрацій токсичних елементів у воді. Така система об'єднує математичні методи цифрового аналізу даних та електрохімічні методи вимірювання.

Експресна електрохімічна система визначення концентрацій токсичних елементів: свинця (Pb), кадмія (Cd), міді (Cu) та цинка (Zn) у воді буде складатися з апаратних компонентів та програмних засобів інформаційної технології, що реалізують комплексний процес вимірювання концентрацій хімічних елементів в об'єктах довкілля електрохімічними методами інверсійної хронопотенціометрії (ІХП). Апаратні компоненти програмно-апаратного комплексу мають наступне призначення:

- 1) ноутбук з завантаженими програмними засобами інформаційної технології, базою даних еталонів електрохімічних параметрів визначення концентрацій для різних хімічних елементів, сенсорів, імпульсних методів ІХП та режимів вимірювання, базою даних значень гранично допустимих концентрацій токсичних елементів в об'єктах довкілля, що виконує такі функції:
 - в реальному часі взаємодіє через інтерфейс Wi-Fi з переносним блоком вимірювання концентрацій;

- виконує високочастотну фільтрацію аналітичного сигналу, перетворення його в диференційний сигнал, математичне моделювання багатокomпонентного сигналу, ідентифікацію та визначення часу інверсії хімічних елементів;
 - визначає значення концентрацій хімічних елементів в режимі швидкого вимірювання екологічного стану водних об'єктів довкілля у польових умовах шляхом суміщення еталонних сигналів з вимірним аналітичним сигналом;
 - організує послідовність вимірювання сигналів інверсії при визначенні концентрацій хімічних елементів за методом добавки в аналітичній системі в лабораторних умовах;
- 2) блок вимірювання концентрацій, з автономним електроживленням, реалізує у реальному часі взаємодію з ноутбуком через інтерфейс Wi-Fi, вмикає та вимикає роботу магнітної мішалки;
 - 3) магнітна мішалка, з автономним електроживленням та інтерфейсом Wi-Fi;
 - 4) вимірювальні сенсори з благородних металів (золото, платина, срібло з амальгамою ртуті) забезпечують високочутливе вимірювання концентрацій різних елементів, хлорсрібний електрод порівняння забезпечує процес електрохімічного дослідження.

Фінансування

Дослідження проводиться за грантової підтримки Національного фонду досліджень України в рамках реалізації проекту «Переносний програмно-апаратний комплекс швидкого визначення токсичних речовин у водних об'єктах, забруднених внаслідок воєнних дій» (ресстраційний номер 2023.04/0128) в рамках конкурсу «Наука для зміцнення обороноздатності України».

Висновки

Встановлено, що запропонований підхід та пристрій, що розробляється, дозволить підвищити швидкість, точність та якість визначення токсичних елементів у питній воді.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Surovtsev I.V., Sieriebriakov A.K. Method of Elements Identification in the Multicomponent Signal. Control Systems and Computers. 2023. № 2. С. 19-26.
2. Пристрій для вимірювання концентрації хімічних елементів методами імпульсної хронопотенціометрії: патент 123459 / Бабак О.В., Суровцев І.В. ; опубл. 07.04.2021, Бюл. 14. <https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=275322>.

Суровцев Ігор Вікторович — канд. техн. наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу цифрових систем екологічного моніторингу, Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій і систем НАН та МОН України

Степанко Володимир Семенович — докт. техн. наук, професор, завідувач відділу інформаційних технологій індуктивного моделювання, Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій і систем НАН та МОН України

Галімова Валентина Михайлівна — канд. хім. наук, доцент, кафедра аналітичної та неорганічної хімії і якості води, Національний університет біоресурсів та природокористування України

Савченко-Синякова Євгенія Анатоліївна — канд. техн. наук, старший науковий співробітник, Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій і систем НАН та МОН України

Surovtsev Ihor V. — PhD (Eng.), Senior Researcher, Head of the Department for Ecological Digital Systems, International Research and Training Centre of Information Technologies and Systems of the NAS and MES of Ukraine, Kyiv, email: igorsur52@gmail.com

Stepashko Volodymyr S. — Doctor (Eng.), Professor, Head of the Department for Information Technologies of Inductive Modelling, International Research and Training Centre of Information Technologies and Systems of the NAS and MES of Ukraine, Kyiv, email: stepashko@irtc.org.ua

Galimova Valentyna M. — PhD (Chem.), Associate Professor, Senior Lecturer, Department of Analytical and Bioinorganic Chemistry and Water Quality, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, email: galimova2201@gmail.com

Savchenko-Syniakova Yevheniya A. — PhD (Eng.), Senior Researcher, Department for Information Technologies of Inductive Modelling, International Research and Training Centre of Information Technologies and Systems of the NAS and MES of Ukraine, Kyiv, email: savchenko_e@meta.ua

СУЧАСНИЙ ПІДХІД ДО МОДЕЛЮВАННЯ І МОНІТОРИНГУ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У тезі розглядаються сучасні підходи до моделювання та моніторингу стану довкілля, які базуються на використанні цифрових технологій, геоінформаційних систем (ГІС) та супутникових даних. Основна увага приділяється інструментам, що дозволяють точно аналізувати екологічний стан територій і прогнозувати наслідки антропогенного впливу. Досліджено ефективність використання математичних моделей і ГІС для моніторингу різних екосистем, їхньої динаміки і взаємодії.

Ключові слова: Моделювання довкілля, моніторинг екосистем, ГІС, супутникові технології, математичне моделювання, прогнозування, екологічний стан.

Abstract

The thesis examines modern approaches to modeling and monitoring the state of the environment, which are based on the use of digital technologies, geographic information systems (GIS) and satellite data. The main attention is paid to tools that allow accurate analysis of the ecological state of territories and predicting the consequences of anthropogenic influence. The effectiveness of the use of mathematical models and GIS for monitoring various ecosystems, their dynamics and interaction has been investigated.

Keywords: Environmental modeling, ecosystem monitoring, GIS, satellite technologies, mathematical modeling, forecasting, ecological condition.

Вступ

У зв'язку зі зростаючим антропогенним тиском на довкілля, надзвичайно важливим є застосування сучасних інструментів для аналізу та контролю екологічного стану. Традиційні методи моніторингу вже не забезпечують достатньої точності та охоплення. Застосування новітніх технологій, таких як ГІС (інформаційно-обчислювальна система, призначена для фіксації, збереження, модифікації, керування, аналізу і відображення усіх форм географічної інформації), супутникові знімки та математичні моделі, дозволяє здійснювати більш детальний аналіз змін довкілля та своєчасно реагувати на можливі екологічні загрози.

Результати дослідження

Основним результатом дослідження є демонстрація можливостей сучасних систем моніторингу довкілля на основі геоінформаційних технологій і математичних моделей. За допомогою супутникових даних, таких як зображення із систем Landsat та Sentinel, вдалося відслідковувати динаміку змін у різних екосистемах, зокрема лісових масивах, водних ресурсах та урбанізованих зонах. Математичні моделі використовувалися для прогнозування подальших змін у стані довкілля на основі зібраних даних. Одним із прикладів є моделювання змін у лісах під впливом кліматичних факторів і діяльності людини. Аналіз показав, що використання просторових моделей, побудованих на основі ГІС, дозволяє виявляти регіони з високим ризиком втрати лісових покривів або деградації ґрунтів. Інше важливе застосування моделей і ГІС — моніторинг водних ресурсів, де супутникові знімки допомогли виявити зміни рівня води в річках та озерах, а також забруднення водою. Дослідження продемонструвало, що інтеграція різних типів даних із супутників, наземних спостережень та кліматичних моделей дозволяє створювати ефективні екологічні прогнози, зокрема щодо ризиків повеней, засух або ерозії. Також вивчено ефективність

інтероперабельності(здатності до взаємодії) різних систем моніторингу, що дозволяє об'єднувати дані з різних джерел для створення комплексної картини стану довкілля в режимі реального часу. Це особливо важливо для прийняття своєчасних рішень у сфері екологічного управління та реагування на екологічні кризи.

Висновки

Сучасний підхід до моделювання та моніторингу довкілля на основі ГІС і супутникових даних дозволяє більш точно оцінювати зміни в екосистемах і прогнозувати наслідки людської діяльності. Інтеграція цих технологій із математичним моделюванням дозволяє не тільки аналізувати поточний стан довкілля, але й прогнозувати його зміни, що є важливим для забезпечення сталого розвитку та охорони природних ресурсів. Використання таких інструментів стає необхідною умовою ефективного управління екосистемами в умовах кліматичних змін.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка – ГЕОГРАФІЯ – Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv – GEOGRAPHY. URL: https://visnyk-geo.knu.ua/wp-content/uploads/2020/12/Вісник_Географія_№76-77_ред_95-100.pdf (дата звернення: 23.09.2024). 2. Шевченко, В. А. *Супутниковий моніторинг екологічних змін*. – Харків: Освіта, 2020.
3. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. URL: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/> (date of access: 23.09.2024).
4. Global Environment Outlook 6. UNEP - UN Environment Programme. URL: <https://www.unep.org/resources/global-environment-outlook-6?v=2> (date of access: 23.09.2024).
5. Journal of Environmental Nanotechnology. URL: <https://nanoient.org/upload/pdf/ENT132025.pdf> (дата звернення: 23.09.2024).

Василинич Марія Володимирівна – студентка групи ПЗТ-24б, Факультет інформаційний електронних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: mariykavasilinich@gmail.com.

Василинич Анастасія Володимирівна – студентка групи Б-21б, Факультет будівництва цивільної та еколо-гічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vasilinichnastya@gmail.com.

Vasylynch Mariia V. – student of group PZT-24b, Department of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mariykavasilinich@gmail.com.

Vasylynch Anastasiia V. – student of group B-21b, Department of Building, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vasilinichnastya@gmail.com.

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ КОМПОНЕНТІВ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА В РАЙОНІ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ

Дніпровський державний технічний університет

Анотація

Ведення бойових дій спричиняє значне забруднення навколишнього середовища, зокрема викиди важких металів і токсичних речовин в атмосферу, ґрунти та водні ресурси. Це створює серйозні екологічні ризики для здоров'я людей і екосистем, що потребує оперативних заходів для моніторингу та в подальшому відновлення забруднених територій.

Ключові слова: забруднення довкілля, військові дії, пилогазові викиди, важкі метали, екологічні ризики.

Abstract

The conduct of hostilities causes significant environmental pollution, particularly the release of heavy metals and toxic substances into the atmosphere, soils, and water resources. This creates serious ecological risks to human health and ecosystems, requiring prompt measures for monitoring and subsequent restoration of contaminated areas.

Keywords: Environmental pollution, military actions, dust and gas emissions, heavy metals, ecological risks.

Вступ

Ведення бойових дій завдають значної шкоди всім компонентам навколишнього середовища, оскільки при вибухах значної кількості вибухової речовини, снарядів, ракетних ударів та інших видів озброєння у довкілля надходить значна кількість дрібнодисперсного пилу та вибухових газів, які призводять до забруднення атмосфери, ґрунтів та водних об'єктів. Масові вибухи, що супроводжують військові операції, спричиняють руйнування інфраструктури, пожежі та розповсюдження токсичних елементів, які потім накопичуються у всіх компонентах навколишнього середовища.

Результати дослідження

Екологічна оцінка забруднення компонентів навколишнього природного середовища внаслідок масових вибухів під час військових дій вимагає особливої уваги, оскільки при таких вибухах утворюються значні обсяги пилогазових хмар (ПГХ), що містять небезпечні хімічні елементи. Аналогічно до забруднень, які спостерігаються під час проведення вибухових робіт у кар'єрах [1], у зоні ведення бойових дій, виявляється надмірна концентрація важких металів у ґрунтах і атмосфері.

Забруднення територій внаслідок військових дій має ті ж екологічні ризики, що й масові вибухи в кар'єрах. Однак, в умовах ведення бойових дій вплив на довкілля часто є масштабнішим через інтенсивність вибухів, їх хаотичність і розширену географію ураження. Наприклад, під час постійних артилерійських обстрілів чи авіаударів важкі метали можуть розповсюджуватись на велику відстань.

Вибухи під час бойових дій є потужними джерелами викидів великої кількості пилу та токсичних газів, які формують ПГХ, що піднімаються на висоту до 800 метрів [1]. Ці хмари розповсюджуються на значні відстані та осідають на поверхню землі, включаючи житлові райони і сільськогосподарські угіддя, створюючи значні негативні наслідки в радіусі до 20 км від місця вибуху. Концентрація пилу в повітрі під час таких вибухів може досягати 1200-2800 граничнодопустимих концентрацій (ГДК) на відстані 1 км і знижуватися до 90 ГДК на відстані 10 км [1].

При вибухах під час бойових дій ПГХ, утворені вибуховими речовинами, можуть мати у своєму складі ті ж хімічні елементи, що й ПГХ, утворені при веденні вибухових робіт у промислових кар'єрах. Це особливо стосується токсичних елементів, таких як свинець (Pb), марганець (Mn) та хром (Cr), які мають довгостроковий негативний вплив на здоров'я людей та стан екосистем. Під час осідання цих елементів на землю вони накопичуються в ґрунтах, порушуючи їх хімічний баланс та погіршуючи умови для сільського господарства [1, 2].

За прикладом досліджень в кар'єрах [2], зокрема на прилеглих до Першотравневого кар'єру територіях, вміст важких металів у ґрунтах після масових вибухів перевищував граничнодопустимі концентрації в рази:

- вміст хрому (Cr) перевищував норму у 1470 разів, що є надзвичайно високим показником і свідчить про серйозне хімічне забруднення ґрунтів;
- заліза (Fe) було виявлено у 54 рази більше за допустимі концентрації, що може призводити до порушення нормальної кислотності ґрунтів і негативно впливати на ріст рослин;
- нікель (Ni) перевищував норму в 21 раз, що є небезпечним для живих організмів через токсичність цього металу;
- мідь (Cu) була перевищена у 6 разів, а кобальт (Co) — у 3 рази. Обидва ці метали можуть негативно впливати на рослини та мікроорганізми в ґрунтах;
- цинк (Zn) виявився у 2,5 рази більше, ніж допустимо, що може спричинити дисбаланс в екосистемах;
- кадмій (Cd) був перевищений у 1,6 разів, а свинець (Pb) — у 1,2 рази. Обидва ці метали є особливо небезпечними для здоров'я людей, зокрема, свинець є нейротоксином, а кадмій може спричинити захворювання нирок і проблеми з дихальною системою.

Вплив цих елементів на рослинний і тваринний світ, а також їхній потенційний вплив на людей, ще до кінця не досліджений. Однак відомо, що тривале їх накопичення в ґрунтах та воді може призводити до серйозних екологічних катастроф, зокрема до неможливості вирощування сільськогосподарських культур та забруднення харчових ланцюгів. Це підкреслює необхідність розробки ефективних методів нейтралізації таких забруднень та проведення масштабних екологічних моніторинрів на постраждалих територіях.

Наслідки військових дій можуть проявлятися десятиліттями, і для відновлення екосистем знадобляться комплексні заходи. З огляду на це, екологічний моніторинг та оперативне впровадження рекультиваційних заходів є критично важливими для мінімізації шкоди від військової агресії.

Висновки

Дослідження показали, що ПГХ, утворені під час вибухів у ході ведення бойових дій, містять значні концентрації важких металів, таких як хром, свинець і кадмій, які перевищують граничнодопустимі концентрації, що становить суттєву загрозу для навколишнього середовища. Викиди поширюються на великі відстані, забруднюючи житлові райони та сільськогосподарські угіддя в радіусі до 20 км, що порушує екологічний баланс та може мати довготривалі наслідки для здоров'я людей і стану екосистем. Після закінчення військових дій дана тема потребує детальних досліджень для визначення масштабів забруднення компонентів навколишнього середовища та розробки методів відновлення екологічного балансу на постраждалих територіях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Зберовский А.В. Охрана атмосферы в экосистеме «карьер-окружающая среда-человек».- Дн-вск: РИО АП ДКТ, 1997. – 136 с.
2. Екологічна оцінка забруднення прилеглих до кар'єрів територій від пилогазової хмари / О. М. Савотченко, О. В. Зберовський // Наукова весна 2015: VI Всеукраїнська науково-технічна конференція (м. Дніпропетровськ, 01-02 квітня 2015 р.). – Дніпропетровськ: НГУ. – 2015. – Том №10 – С. 3–4.

Савотченко Олена Миколаївна — канд. техн. наук, старший викладач кафедри екології та охорони навколишнього середовища, Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське, email : savotchenko.e.n@gmail.com

Savotchenko Olena M. — Cand. Sc. (Eng), Senior Lecturer at the Building of Ecology and Environmental Protection, Dnipro State Technical University, Kamianske, ymail: savotchenko.e.n@gmail.com

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ УРБАНІЗОВАНОГО ФОНУ ДЛЯ ВАЛОВОГО ВМІСТУ МЕТАЛІВ

¹ Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»;

² Хмельницький національний університет

Анотація

Проаналізовано особливості визначення урбанізованого фону для валового вмісту металів як середньоарифметичне, середньгеометричне та модальне значення виборки, відповідно до правила трисигма та за методом NIRI.

Ключові слова: метали, ґрунт, урбанізований фон, урбоєкосистема, забруднення.

Abstract

The peculiarities of determining the urbanized background for the gross metal content have been analyzed as the arithmetic mean, geometric mean and modal value of the sample, according to the three-sigma rule and the NIRI method.

Keywords: metals, soil, urban background, urban ecosystem, contamination.

Вступ

При оцінці екологічного стану ґрунту як базового компонента техногенно навантажених урбоєкосистем постає актуальним питання вибору показника нормування забруднення. Зазвичай в якості таких показників рекомендують використовувати санітарно-гігієнічний показник – ГДК та фонову концентрацію вмісту хімічних елементів в зональних ґрунтах. Однак бурхливий розвиток урбанізації, що супроводжується не тільки зростанням площ житлової забудови, а й значним техногенним навантаженням внаслідок забруднення ґрунту викидами промислових підприємств та автотранспорту призводить до підвищення вмісту екологічно небезпечних металів та утворення потужних hot spots, які розповсюджуються і на так звані спальні квартали міста. Означені процеси зумовлюють утворення урбанізованого фону металів, який, в свою чергу, складається з природного геохімічного фону та загального забруднення території. Різниця між урбанізованим фоном і природним геохімічним може сягати цілого порядку особливо, це, насамперед, стосується рухомих та потенційно-рухомих форм металів. Визначення рівня урбанізованого фону для валового вмісту металів потрібно для розуміння ступеня екологічної небезпеки особливо при розрахунку інтегральних показників з врахуванням поліелементного характеру забруднення за умов високих їх значень та прийняття рішень щодо ремедіації забруднених ґрунтів.

Результати дослідження

Світова спільнота поняття «природний геохімічний фон» трактує по-різному: середньоарифметичне, середньгеометричне або навіть модальне значення концентрації [1-2]. Проте слід досить обережно використовувати середні значення в якості фонові концентрації, вважається за доцільне супроводжувати даний показник оцінкою варіації аналітичних даних, а також враховувати максимальні значення, притаманні hot spots [3]. Тому було порівняно існуючі підходи при визначенні урбанізованого фону для валового вмісту металів (Zn, Cu, Pb, Ni та Cd) на прикладі урбоєкосистеми м. Дніпро.

Зазвичай середні величини використовуються для надання узагальненої характеристики досліджуваного явища, в нашому випадку забруднення ґрунтів урбоєкосистеми м. Дніпро екологічно небезпечними металами. Урбанізований фон, розрахований як середньоарифметичне значення валового вмісту металів становив для Zn – 290,99 мг/кг; Cu – 29,06; Pb – 65,86; Ni – 10,93; Cd – 0,59 мг/кг та перевищував природний геохімічний фон по всім елементам за виключенням нікелю, Zn в 7,35; Cu – 2,18; Pb – 2,94, Cd – 1,51 разів. Значення урбанізованого фону для валового вмісту металів

в ґрунтах урбоекосистеми м. Дніпро не перевищувало нормативів ГДК.

Урбанізований фон, встановлений за середньгеометричним значенням по виборці, був в 1,5 рази нижчим за середньоарифметичний, особливо це було притаманно Zn, Pb та Cu, валовий вміст яких значно варіював і в окремих hot spots на території міста знаходився в межах 5-10 ГДК, що відповідало сильному рівню забруднення. Навпаки, середньгеометричне значення урбанізованого фону по Cd та Ni, валових вміст яких в більшій мірі зумовлювався процесами деконцентрації при розбудові, чим забруднення при функціонуванні міста, був дещо нижче середньоарифметичного 0,52 мг/кг та 10,07 мг/кг відповідно. Середньгеометричне доцільно використовувати у моніторингових дослідженнях, коли індивідуальні значення ознаки є відносними величинами динаміки, що побудовані у вигляді ланцюгів, як відношення до попереднього рівня кожного наступного рівня у ряді, отже характеризують середній коефіцієнт зростання, приміром, концентрації металів в ґрунті за умов інтенсивного антропогенного забруднення техногенно навантажених урбоекосистем в часі.

Широка варіабельність значень валового вмісту Zn та Pb, від відсутності забруднення до сильного рівня при нормуванні за ГДК, обмежувала використання моди для визначення урбанізованого геохімічного фону. За іншими металами, виборкам яких був притаманний менший розмах, значення урбанізованого фону за модою становило для Cu – 15,26 мг/кг; Ni – 6,65 та Cd – 0,48 мг/кг.

Визначення фонових значень для валового вмісту металів за правилом трисигм передбачає вилучення з виборки аномальних концентрацій, що при наявності значної кількості потужних hot spots в умовах урбанізованого середовища призведе до похибки одержаних результатів, отже може працювати за умов монотонного забруднення з низькою варіабельністю в межах різних рівнів техногенного навантаження. Урбанізований фон, визначений за правилом трисигм, становив для Cd – 0,30 мг/кг та Ni – 6,57 мг/кг.

Метод NIRI надає завищені значення стосовно урбанізованого фону через врахування тенденції до зростання валового вмісту металів в межах території техногенно навантаженої урбоекосистеми, приміром Cd – 1,24 мг/кг та Ni – 20,45 мг/кг, що більш доцільно враховувати при визначенні ступеня екологічної небезпеки забруднення ґрунту.

Висновки

На підставі вище зазначеного слід відмітити, що існуючі підходи визначення урбанізованого фону для валового вмісту металів як середньоарифметичне, середньгеометричне та модальне значення виборки, відповідно до правила трисигм та за методом NIRI передбачають комплексне використання залежно від поставленої мети та необхідної повноти інформації згідно поставлених екологічних задач щодо нормування рівня забруднення в часі і просторі з подальшою розробкою заходів ремедіації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Determining background soil concentrations of contaminants for managing land. 2013. Envirolink Advice Grant1251-ML D C83. New Zealand. 58 p.
2. Galuszka A. 2007. A review of geochemical background concepts and an examples using data from Poland. Environmental Earth Sciences. 2007. 52. 861–870.
3. Yang Z., Lu W., Long Y., Bao X., Yang, Q. 2011. Assessment of heavy metals contamination in urban topsoil from Changchun City, China. Journal of Geochemical Exploration, 108, 27–38. <https://dx.doi.org/10.1016/j.gexplo.2010.09.006>

Яковишина Тетяна Федорівна — доктор техн. наук, професор кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро

Нестер Анатолій Антонович — доктор техн. наук, професор кафедри будівництва та цивільної безпеки, Хмельницький національний університет, Хмельницький

Yakovyshyna Tetiana F. — Doctor of Technical Sciences, (Ecological safety), Professor of the Department of Ecology and Technologies of Environmental Protection, Dnipro University of Technology, Dnipro

Nester Anatoly A. — Doctor of Technical Sciences, (Ecological safety), Professor of the Department of Civil Engineering and Civil Safety, Khmelnytskyi National University, Khmelnytskyi

ОЦІНКА РІВНЯ АКУСТИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ПЛОЩ ТА БУЛЬВАРІВ ЛЬВІВСЬКОГО СЕРЕДМІСТЯ

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Анотація

Проаналізовано рівень акустичного навантаження на ділянках міських площ та бульварів центральної частини міста Львова. Запропоновано заходи зменшення його рівня.

Ключові слова: урбанізація, акустичне навантаження, середмістя, бульвар, площа, еколого-фітоценотичний пояс.

Abstract

The level of acoustic load in areas of city squares and boulevards in the central part of Lviv was analyzed. Measures to reduce it's level are proposed.

Keywords: urbanization, acoustic load, city center, boulevard, square, ecological and phytocenotic belt.

Вступ

Виходячи з загальносвітової тенденції до збільшення кількості міст та чисельності їх жителів, сучасне місто являє собою складний комплекс територій і споруд, зайнятих різними категоріями забудов, підприємствами, громадськими і торговими центрами, місцями відпочинку на свіжому повітрі, транспортними та інженерними спорудами, надземними і підземними комунікаціями, мережею доріг та дорожньої інфраструктури.

Невід'ємними супутниками урбанізаційного процесу, особливо у містах мегаполісах, є зростання чисельності та різноманітності антропогенно-зумовлених факторів впливу, які становлять небезпеку для життя і здоров'я мешканців та гостей (туристів), впливають на функціонування природних екосистем, на формування міського клімату, який суттєво контрастує із приміськими територіями. Виходячи з цього, важливим завданням є забезпечення та підтримання високого рівня безпеки міської екосистеми, одним із елементів цього процесу, є системний екологічний моніторинг.

Метою роботи є аналіз рівня акустичного навантаження у центральній частині міста Львова та запропоновання заходів, спрямованих на оптимізацію його рівня, у відповідності до діючих нормативів.

Результати дослідження

Одним із факторів небезпеки, який чинить суттєвий вплив на міську екосистему є рівень акустичного навантаження, джерел якого є чимало, зокрема транспортна система міста, виробничі об'єкти, об'єкти житлового будівництва та інфраструктури та ін. [1].

У місті Львові, який був об'єктом наших досліджень, основним джерелом акустичного навантаження є вплив автомобільного транспорту, частка якого становить 60-70% рівнів від різних джерел. Його вплив розповсюджується за межі вулиць на території житлових районів [2].

Виходячи з необхідності забезпечення і підтримання належного рівня екологічної безпеки міста Львова, у травні 2024 року, були проведені дослідження рівня акустичного навантаження у центральній частині міста, яку відносять до IV еколого-фітоценотичного поясу, до якого відносяться площі, бульвари, вулиці, які характеризуються високим рівнем урбанізації, історично зумовленою щільністю забудови, значною часткою штучних підстилаючих поверхонь (асфальт, бруківка, бетон).

В межах моніторингу акустичного навантаження було підібрано дві площі та два проспекти, які є складовою містобудівного ансамблю середмістя і виконують транзитну роль. Це наступні дослідні

ділянки: 1) площа Галицька, яка в плані нагадує літеру “Т” і впирається у площу Соборну, а нижче – у площу А. Міцкевича; 2) площа Митна – поруч з історичним центром, розташована на початку вулиці Личаківської; 3) проспект Свободи – центральна вулиця Львова, одна з найкрасивіших у місті, епіцентр ділового і культурного життя, тому там щоденно присутня значна концентрація населення та транспорту і 4) проспект Т. Шевченка – один з центральних проспектів міста, розташований між вулицею Саксаганського та площею А. Міцкевича.

Транспортне навантаження на дослідних ділянках визначалось за інтенсивністю руху автотранспорту методом триразового підрахунку автомобілів різних типів (легкових автомобілів, автомобілів легкої вантажності до 3 т (буси), автомобілів середньої вантажності, масою до 5 т, автомобілів важкої вантажності, понад 5 т), о 8-й, 13-й і 18-й годинах.

Порівняльні вимірювання рівнів акустичного навантаження, проводилось за допомогою шумоміру (модель Benetech GM 1356) у вихідний та робочий дні (у три часові періоди). Результати порівнювались із діючими Державними санітарними нормами допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови (наказ від 22.02.2019 №463), затвердженими Міністерством охорони здоров'я України [6]. Отримані результати у робочий день (15.05.2024 р.), подані нижче (табл. 1).

Таблиця 1. Акустичне навантаження досліджуваних площ та проспектів центральної частини міста Львова (робочий день)

Місце заміру	Тип покриття проїзної частини	Час дня, год.	Середня інтенсивність руху автомобілів, авт./год.	Лекв, дБА	Лекв.доп., дБА	Перевищення нормативних значень, дБ
Площа Галицька	асфальт	8-9	1460	79	70	9
		13-14	1130	73	70	3
		17-18	1520	81	70	11
Площа Митна	бруківка	8-9	1970	80	70	10
		13-14	1755	73	70	3
		17-18	2020	82	70	12
Проспект Свободи	бруківка	8-9	1770	79	70	9
		13-14	1565	76	70	6
		17-18	1840	80	70	10
Проспект Т. Шевченка	бруківка	8-9	1510	77	70	7
		13-14	1395	74	70	4
		17-18	1605	79	70	9

Як показали результати заміру акустичного навантаження, на дослідних фіксувалось перевищення допустимих рівнів шуму. Отримано наступні перевищення: площа Галицька – 3-11 дБ, площа Митна – 3-12 дБ, проспект Свободи – 6-10 дБ і проспект Т. Шевченка – 4-9 дБ. Результати у вихідний день (19.05.2024 р.), були дещо нижчими (табл. 2).

Таблиця 2. Акустичне навантаження досліджуваних площ та проспектів центральної частини міста Львова (вихідний день)

Місце заміру	Тип покриття проїзної частини	Час дня, год.	Середня інтенсивність руху автомобілів, авт./год.	Лекв, дБА	Лекв.доп., дБА	Перевищення нормативних значень, дБ
Площа Галицька	асфальт	8-9	1325	77	70	7
		13-14	1045	72	70	2
		17-18	1380	79	70	9
Площа Митна	бруківка	8-9	1750	78	70	8
		13-14	1320	72	70	2
		17-18	1775	79	70	9
Проспект Свободи	бруківка	8-9	1605	77	70	7
		13-14	1280	73	70	3
		17-18	1610	79	70	9
Проспект Т. Шевченка	бруківка	8-9	1315	75	70	5
		13-14	1090	72	70	2
		17-18	1370	78	70	8

Як показали результати, у багатьох місцях фіксувалось перевищення рівнів шуму. Отримано такі перевищення: площа Галицька – 2-9 дБ, площа Митна – 2-9 дБ, проспект Свободи – 3-9 дБ, проспект Т. Шевченка – 2-8 дБ.

Максимальний рівень перевищення зафіксовано у вечірні пікові періоди автотранспортного навантаження, дещо менші були ранкові піки. В обід спостерігався спад транспортної активності на усіх досліджуваних ділянках.

Для зниження рівня акустичного навантаження у центральній частині міста Львова пропонуємо ряд наступних заходів [3, 4]:

1. Розробка заходів, що носять шумознижуючий ефект, при впровадженні міських програм та схем розвитку транспортних систем, а також при розробці цільових програм, у яких порушуються питання, пов'язані із зміною шумового режиму;

2. Розробка і реалізація заходів щодо захисту від наднормативного шумового навантаження державних об'єктів соціальної сфери та закладів освіти міста;

3. Впровадження застосування шумознижуючого дорожнього покриття при проведенні будівництва, реконструкції та капітального ремонту міських доріг;

4. Застосування в будівлях, нових шумопоглинаючих матеріалів, вертикального озеленення, створення ефективної лінійної системи озеленення, сформованої з видового складу, який володіє високою газостійкістю, солестійкістю, стійкий до дефіциту вологи та ущільнення едафотопів [5];

5. Впровадження сучасних шумозахисних технологій (шумозахисні екрани);

6. Раціональне зонування території міста, з обмеженням в'їзду та руху транспорту у центральній частині, особливо великогабаритного.

Висновки

Як показали результати проведеного заміру акустичного навантаження, на дослідних ділянках центральної частини міста Львова, зафіксовано перевищення допустимих рівнів шуму. Причому це спостерігалось як у вихідний, так і в робочий дні. У робочий день (15.05.2024 р.) отримано наступні перевищення: площа Галицька – 3-11 дБ, площа Митна – 3-12 дБ, проспект Свободи – 6-10 дБ і проспект Т. Шевченка – 4-9 дБ. У вихідний день (19.05.2024 р.): площа Галицька – 2-9 дБ, площа Митна – 2-9 дБ, проспект Свободи – 3-9 дБ, проспект Т. Шевченка – 2-8 дБ. Таким чином необхідно провести ряд організаційних, інженерних та фітомеліоративних заходів, для зниження його рівня, який би відповідав діючим санітарним нормативам та не створював б загрози здоров'ю населення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Безлюбченко О. С., Гордієнко С. М., Завальний О. В. Планування міст і транспорт / О. С. Безлюбченко, С. М. Гордієнко, О. В. Завальний. – Харків : ХНАМГ, 2008. – 161 с.
2. Гілета Л. А. Місце й особливості акустичного навантаження в екологічному стані великих урбоекосистем / Л. Гілета // Вісник Львівського університету. Серія географічна. – 2014. – № 45. – С. 185–191.
3. Про затвердження Державних санітарних норм допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови [Електронний ресурс]. Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 463 від 22.02.2019 р. — Режим доступу: <https://ips.ligazakon.net/>
4. ДБН В.1.1-31:2013. Захист територій, будинків і споруд від шуму. – Затверджено: наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 27.12.2013. № 630 URL : https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=56317
5. ДБН В.2.3-5:2018. Вулиці та дороги населених пунктів. – Зі Зміною № 1 URL : https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=77079
6. Кучерявий В. П. Озеленення населених місць: підр. / В. П. Кучерявий, В. С. Кучерявий. – Львів : “Новий світ-2000”, 2019. – 666 с.

Шуплат Тарас Ігорович – канд. с.-г. наук, старший викладач кафедри екологічної безпеки, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів, e-mail : tarasshyplat@ukr.net

Попович Василь Васильович – д-р. техн. наук, професор кафедри екологічної безпеки, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Король Катерина Анатоліївна – д-р. філософії, викладач кафедри екологічної безпеки, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Shuplat Taras Igorovych – Cand. agricultural Sc., Senior lecturer, Department of Environmental Safety, Lviv State University of Life Safety, Lviv, e-mail : tarasshyplat@ukr.net

Popovych Vasyl Vasylovych – Dr. technical Sc., Professor, Department of Environmental Safety, Lviv State University of Life Safety

Korol Kateryna Anatoliivna – PhD, Lecturer, Department of Environmental Safety, Lviv State University of Life Safety

ВПЛИВ РЕГОПЛАНТУ С НА МОРФОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ РОСЛИН *SINAPIS ALBA*

Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

Анотація. Досліджено вплив рістрегулюючого препарату Регоплант на морфометричні показники гірчиці білої та доведено його стимулюючу дію на ростові процеси.

Ключові слова: гірчиця біла, регулятори росту рослин, регоплант, морфогенез

Abstract. The effect of the re-regulating drug Regoplant on the morphometric indicators of white mustard was studied and its stimulating effect on growth processes was proven.

Key words: *mustard white, plant growth regulators, regoplant, morphogenesis,*

Одним із основних завдань сучасного сільськогосподарського виробництва є пошук нових шляхів та способів підвищення урожайності та якості продукції. Це завдання реалізується за рахунок створення і використання синтетичних регуляторів росту, які є або аналогами фітогормонів, або модифікаторами їх дії [2, 5, 6].

Серед сучасних препаратів важливе значення відіграють нові регулятори росту, зокрема стимулятор росту регоплант. Це композиційний препарат, в основу дії якого покладено синергічний ефект взаємодії продуктів біотехнологічного культивування грибів - мікроміцетів з кореневої системи женьшеню і аверсектіна, Емістиму С, калієвої солі альфа-нафтилоцтової кислоти, амінокислот, вуглеводів. Застосування регопланту рекомендовано для передпосівної обробки насіння зернових, зернобобових, олійних, овочевих культур, обробки рослин у період вегетації.

Разом з тим в літературі відсутні дані про вплив регопланту на фізіолого-біохімічні процеси рослин гірчиці білої, що стримує впровадження нових технологій із застосуванням даного препарату при вирощуванні сучасних сортів культури. Саме тому метою нашої роботи було вивчити вплив сучасного стимулятора росту рослин регопланту на морфогенез рослин гірчиці білої.

Рослини гірчиці білої сорту Ослава обробляли в період бутонізації водним розчином регопланту концентрацією 0,025мл/л та 0,013мл/л за допомогою гідравлічного обприскувача Mastertool, рослини контрольного варіанту обробляли водою. Дослідні ділянки закладали в господарствах Подільського регіону у 2020-2021 рр. Кількість експериментальних ділянок кожного із варіантів 5, площа 5м² [1].

Результати наших досліджень свідчать, що застосування екзогенного регулятора росту зумовлювало збільшення висоти рослин, що є типовою реакцією на вплив ріст стимулюючих препаратів (рис. 1).

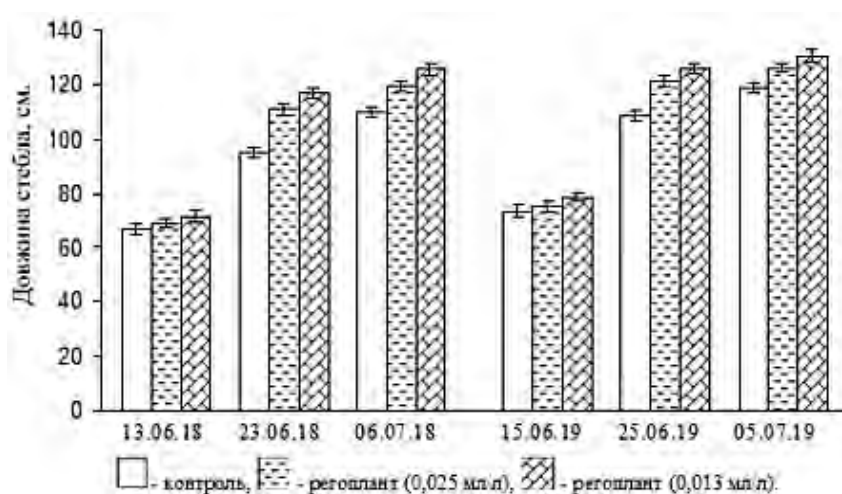


Рис. 1. Вплив регопланту на висоту рослин гірчиці білої

Погодні умови не здійснювали суттєвого впливу на дію препарату. Застосування водного розчину регопланту концентрацією 0,025 мл/л на кінець вегетації підвищувало ріст рослин в середньому на 7,17%, а використання препарату концентрацією 0,013мл/л призвело до збільшення висоти в середньому на 9,53% відносно контролю.

Результати наших досліджень свідчать, що в результаті обробки рослин гірчиці білої регоплантом відбувалося потовщення стебла, що покращувало стійкість рослин до вилягання та забезпечувало технологічні переваги при зборі врожаю (рис. 2).

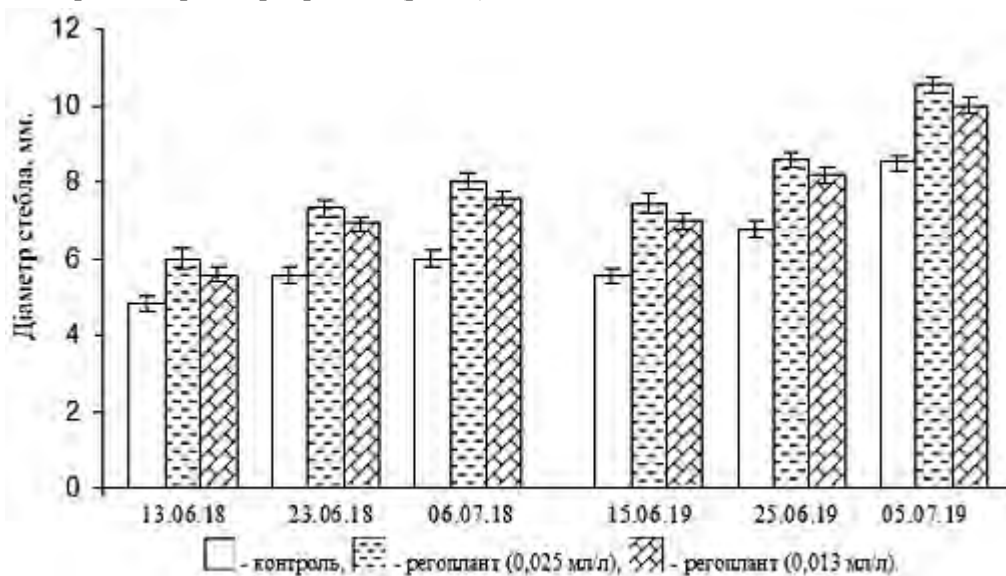


Рис. 2. Дія регопланту на діаметр стебла рослин гірчиці білої

Одночасно з потовщенням стебла за дії препаратів відбувається посилення галушення стебла, кількість пагонів 2-го порядку зростала в усіх варіантах досліджу.

Найбільш суттєво стебло розгалужується у варіанті з використанням регопланту (0,025мл/л). Аналогічна дія прослідковується на культурі маку олійного (Табл. 1) [3, 4].

Таблиця 1. Вплив регопланту на галушення стебла гірчиці білої сорту Ослава

Варіант досліджу	2020 р.	2021 р.
Контроль	5,20±0,41	5,05±0,29
Регоплант 0,025 мл/л	*7,35±0,48	*6,97±0,31
Регоплант 0,013 мл/л	*6,95±0,33	*6,58±0,40

Примітка: *- різниця достовірна при $P \leq 0,05$.

Висновок. Обробка рослин гірчиці білої в період бутонізації регоплантом призводила до змін у морфогенезі. Використання екзогенного стимулятора росту призвело до збільшення висоти та діаметра стебла.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Казаков Є.О. Методологічні основи постановки експерименту з фізіології рослин / Є.О. Казаков. – К.: Фітосоціоцентр, 2000. – 272 с
2. Мусатенко Л.І. Фітогормони і фізіологічно активні речовини в регуляції росту і розвитку рослин // Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку. Т. 1. / НАН України, Ін-т фізіології рослин і генетики, українське т-во фізіологів рослин; голов. ред. В. В. Моргун. – К.: Логос, 2009. – С. 508-536.
3. Поливаний С. В. Дія емістиму С на морфогенез та насінневу продуктивність маку олійного / С. В. Поливаний, В. Г. Кур'ята // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені В. Гнатюка. Серія: Біологія. – Тернопіль, 2015. – №1. (62) – 206 с. – С. 117-124.
4. Поливаний С. В. Дія трептолему на морфогенез, продуктивність та якісні характеристики маку олійного / С. В. Поливаний, В. Г. Кур'ята // Агробіологія: Збірник наукових праць / Білоцерків. нац. аграр. ун-т. – Біла Церква, 2015. – Вип. 1(117).- 130 с. – 65-72 с.
5. Ходаницька О.О. Вплив суміші регуляторів росту хлормекватхлориду і трептолему на якість олії льону сорту Орфей / О.О. Ходаницька, В.Г. Кур'ята // Питання біоіндикації та екології. – 2013. – Вип. 18, № 2. – С. 77-88.
6. Kuryata, V.G., Polyvaniy, S.V. (2018). Formation and functioning of source-sink relation system of oil poppy plants under treptolem treatment towards crop productivity. Ukrainian Journal of Ecology, 8(1), 11–20.

Поливаний Степан Володимирович – к.б.н, доцент, доцент кафедри біології, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського stepan.polivaniy@ukr.net

Polyvaniy Stepan V. – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Biology, Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia, email :

АНАЛІЗ ЗАБРУДНЕННЯ Р.ПІВДЕННИЙ БУГ НІТРОГЕН- ВМІСНИМИ СПОЛУКАМИ У 2000-2024 РОКАХ

¹Вінницький національний технічний університет

²Уманський державний педагогічний університету ім. Павла Тичини

Анотація

У роботі досліджено причини виникнення явищ масового цвітіння фітопланктону, заростання водойм певними видами вищих водних рослин у верхній течії р. Південний Буг. Виявлено значні перевищення гранично допустимих рівнів нітрогенвмісними сполуками. Проведено статистичну обробку результатів вимірювань нітрогенвмісних сполук та оцінено екологічні ризики.

Ключові слова: вода, забруднення, екологічний моніторинг.

Abstract

The paper investigates the causes of mass blooms of phytoplankton, the overgrowth of water bodies with certain species of higher aquatic plants in the upper reaches of the South Bug River. Significant excesses of the maximum permissible levels of nitrogen-containing compounds were revealed. Statistical processing of the results of measurements of nitrogen-containing compounds was carried out and ecological risks were assessed.

Keywords: water, pollution, environmental monitoring.

Вступ

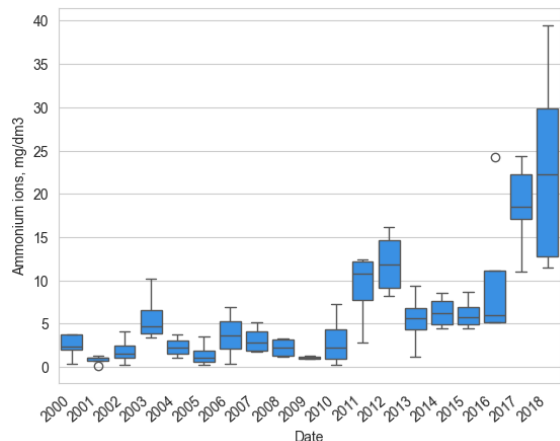
Для визначення тенденцій зміни параметрів якості річки Південний Буг доцільно використання методів дистанційного зондування Землі, зокрема, з використанням супутників Європейського космічного агентства та NASA. При цьому інформація зі штучних супутників дозволяє отримати дані про погіршення якості водних об'єктів, масове цвітіння фітопланктону, заростання водойм певними видами вищих водних рослин [1-4]. Для того, щоб встановити причину цих явищ потрібно їх співставити з результатами вимірювань параметрів на місці, які доступні на відкритих ресурсах [6]. Метою дослідження є вдосконалення методів екологічного моніторингу екологічного стану водних об'єктів із застосуванням дистанційного зондування та статистичної обробки результатів вимірювань..

Результати дослідження

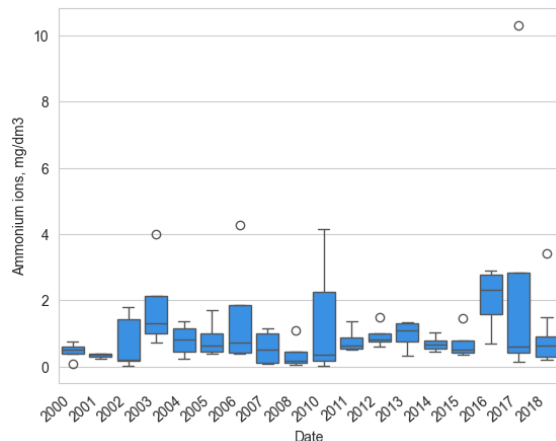
Об'єктом аналізу є дані моніторингу від Державного агентства водних ресурсів України по постах спостереження у верхній течії р. Південний Буг до питного водозабору м. Вінниця. Ми обробили дані з 01.01.2000 р. до 20.04.2024 р., що були у відкритому доступі на сайті Держводгоспу [6]. В онлайн системі автоматично формується графік зміни показників з необхідний період, однак він є малоінформативним в наслідок наявності випадкової складової зміни досліджуваних параметрів. Для того, щоб оцінити загальні тенденції у зміні параметрів якості води їх необхідно обробити статистичними методами. За допомогою програми Statistica було створено діаграми розмаху та гістограми за такими показниками: амоній-іони, біохімічне споживання кисню за 5 діб, завислі (суспендовані) речовини, кисень розчинений, нітрат-іони, нітрит-іони, сульфат-іони, фосфат-іони (поліфосфати), хлорид-іони.

Ризик перевищення ГДК для водних об'єктів (2 мг/дм³) за показником амоній-іони (рис.1) великий за всі роки спостережень. Для використання цієї води у якості питної норматив складає 0,5 мг/дм³, при цьому вода у даному місці водозабору перевищує вказаний норматив за більшість років спостережень, що викликає необхідність використання спеціальних фізико-хімічних методів для її очищення. При цьому помітно багатократне перевищення ГДК за цим показником у верхній течії Південного Бугу, а також поступове погіршення якості вади починаючи 2000 р. За рахунок процесів самоочищення, що протікають у ріці в середній течії показник амоній-іонів зменшується до

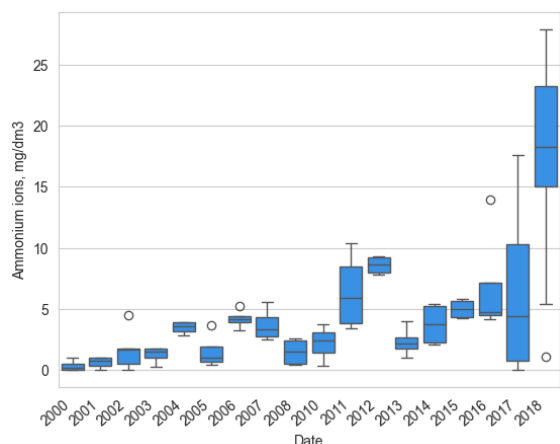
допустимих значень.



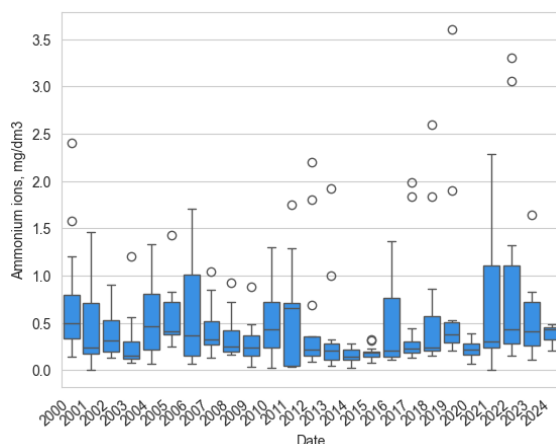
ПС №1 р. Південний Буг, 744 км,
с. Копистин, нижче м.Хмельницький



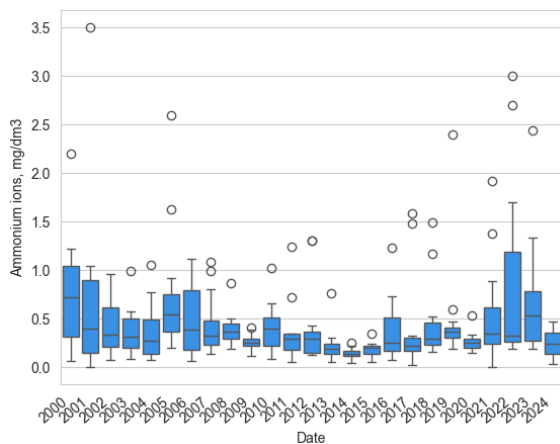
ПС №3 р. Південний Буг, 692 км,
с. Щедрове, Щедрівське вдсх.



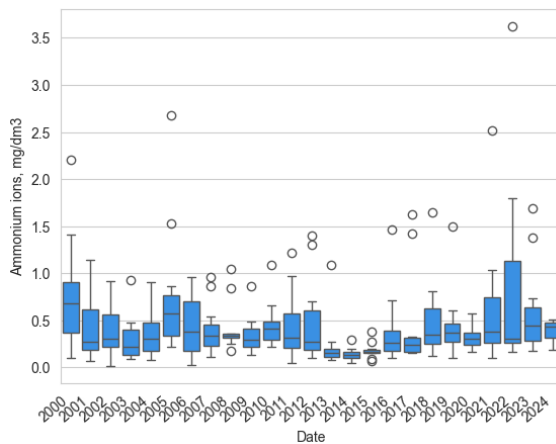
ПС №2 р. Південний Буг, 711 км,
сmt. Меджибіж, Меджибіжське вдсх



ПС №4 р. Південний Буг, 652 км,
м. Хмільник, питний в/з, вище міста



ПС №5 р. Південний Буг, 607 км, с. Гущинці, нижче
села , питний водозабір м.Калинівка



ПС №6 р. Південний Буг, 582 км, м. Вінниця, Сабарівське вдсх, питний в/з міста, вище міста

Рис.1. Діаграми розмаху за показником Амоній-іони у верхній течії р. Південний Буг

Ризик перевищення ГДК для водних об'єктів ($10,0 \text{ мг/дм}^3$) за показником нітрат-іони присутній і певній мірі, оскільки за 24 роки спостережень (з 01.01.2000 р. до 20.04.2024 р.,) на пості спостережень №6 (р. Південний Буг, 582 км, м. Вінниця, Сабарівське вдсх, питний в/з міста, вище міста) цей показник перевищував ГДК у трьох із них, зокрема 2013, 2014 та 2021 роках.

Природнім механізмом очищення вод забруднених нітрогенвмісними сполуками з сільськогосподарських джерел, які потрапляють у водні об'єкти є природні та штучні водно-болотні угіддя, розмішені у прибережній захисній смузі [5]. Крім очисної функції водно-болотні угіддя особливо важливі для збереження біорізноманіття.

Висновки

Для визначення тенденцій зміни параметрів якості річки Південний Буг доцільно використано методи дистанційного зондування Землі з використанням супутників Європейського космічного агентства Sentinel. Дистанційні знімки з супутника у видимому і ближньому інфрачервоному діапазонах дозволили ідентифікувати в часі погіршення якості водних об'єктів, масове цвітіння фіто-планктону, заростання водойм певними видами вищих водних рослин. Для того, щоб встановити причину цих явищ було здійснено їх співставлення з результатами вимірювань параметрів на міс-ці, отриманих з відкритих ресурсів Державного агентства водних ресурсів України. За результатами вимірювань виявлено значне перевищення показників за показниками нітрогенвмісних сполук у верхній течії Південного Бугу, що очевидно призводило до явищ масового цвітіння фітопланк-тону і розвитку вищих водних рослин. Проведено статистичну обробку результатів вимірювань нітрогенвмісних сполук за відкритими даними Державного агентства водних ресурсів України та оцінено екологічні ризики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кватернюк С. М., Іщенко В. А., Кватернюк О. Є. Оцінювання екологічного стану водних об'єктів м. Вінниці на основі показників біоіндикації по фітопланктону. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2011. № 6. С. 13–16.
2. Кватернюк С. М. Контроль екологічної безпеки стічних вод за допомогою мультиспектрального методу та біоіндикації по фітопланктону. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2017. № 6. С. 26–33.
3. Кватернюк С. М., Петрук В. Г. Мультиспектральні методи та засоби комп'ютеризованого екологічного моніторингу водних об'єктів : монографія [Електронний ресурс]. Вінниця : ВНТУ, 2023. 314 с. – 8,4 Мб. <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/book/774>
4. Погребенник В. Д., Петрук В. Г., Паламар М. І., Походило Є. В., Кватернюк С. М. Системи оперативного контролю інтегральних параметрів водного середовища. Т. 1. Математичне моделювання та принципи побудови систем оперативного контролю : колективна монографія. Житомир : Видавничий дім «Бук-Друк», 2021. 416 с.
5. Кватернюк С. М., Мандебура С. В., Латуша Д. Р. Підвищення ефективності очищення сільськогосподарських дренажних вод з використання штучних водно-болотних угідь. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. 2023. № 1(34). С. 183–189. doi: 10.31649/2311-1429-2023-1-183-189.
6. Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України. Державне агентство водних ресурсів України. <http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index>.

Кватернюк Сергій Михайлович — д.т.н., професор, професор кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kvaternuk@vntu.edu.ua.

Мандебура Святослав Васильович — викладач кафедри хімії, екології та методики їх навчання Уманського державного педагогічного університету ім. Павла Тичини, Умань. e-mail: eko14b.mandebura@gmail.com.

Латуша Дмитро Русланович — аспірант кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: dima.latusha27@gmail.com.

Максименко Максим Павлович — аспірант кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: obzzorator@gmail.com.

Kvaterniuk Serhii Mykhailovych — D.Sc., Professor, Professor of Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kvaternuk@vntu.edu.ua.

Mandebura Sviatoslav Vasylovych — Teacher of the Department of Chemistry, Ecology and Methods of their teaching of Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University, Uman, e-mail: eko14b.mandebura@gmail.com.

Latusha Dmytro Ruslanovych — Post-Graduate Student of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: dima.latusha27@gmail.com.

Maksimenko Maxim Pavlovich — Post-Graduate Student of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: obzzorator@gmail.com.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ НИЗЬКОЕНЕРГОЄМНИХ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ КОМПОЗИЦІЙНИХ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ НА СИЛКАТНІЙ ТА АЛЮМОСИЛКАТНІЙ МАТРИЦЯХ

Одеська державна академія будівництва та архітектури

Анотація

Характерна особливість цього періоду часу полягає у збереженні екосистеми планети. Один із прогресивних напрямів сучасного матеріалознавства в будівельній галузі - це розробка і застосування композитів на основі багатокомпонентних нерівноважних і сильно нерівноважних систем. Один із можливих варіантів переходу систем у сильно нерівноважний стан полягає в реалізації комплексу технологічних прийомів у вигляді взаємопов'язаних і взаємовпливових різного виду процесів активації на різних стадіях технології. Заміна зовнішніх жорстких режимів активації в автоклавах на легкі, внутрішні резерви складної системи за рахунок розроблення полегшених технологічних нововведень у плані навантаження на екосередовище, екосистему та економіку, забезпечить скорочення витрат більш ніж на порядок.

Ключові слова: композиційні матеріали, сильнонерівноважні системи.

Abstract

A characteristic feature of this period of time is the preservation of the planet's ecosystem. One of the progressive areas of modern materials science in the construction industry is the development and use of composites based on multi-component nonequilibrium and highly nonequilibrium systems. One of the possible options for the transition of systems to a highly nonequilibrium state is to implement a set of technological methods in the form of interrelated and mutually influencing different types of activation processes at different stages of technology. The Replacing external hard activation modes in autoclaves with light, internal reserves of a complex system by developing lightweight technological innovations in terms of environmental, ecosystem and economic impact will reduce costs by more than an order of magnitude..

Keywords: Composite materials, strongly non-equilibrium systems..

Вступ

Збереження екосистеми Землі - одне з основних завдань людства. У цих умовах перед технологами і виробниками стоять завдання, що охоплюють як економічні, так і екологічні аспекти виробництва будівельних матеріалів. До одного з екологічно чистих, якісних, комфортних і затребуваних стінових будівельних матеріалів належать вироби на основі вапновмісного в'язучого. Комплексне вирішення питань енерго- і ресурсозбереження, підвищення якості продукції на основі керованого структуроутворення робить виробництво стінових виробів на вапняно-кремнеземистому в'язучому за неавтоклавною технологією конкурентоспроможним в умовах сучасних економічних відносин.

Один із прогресивних напрямів сучасного матеріалознавства - це композити на основі нерівноважних і сильно нерівноважних дисперсних систем. У будівельному матеріалознавстві цей напрям реалізується за рахунок застосування різних видів і способів активації. Композитам на основі нерівноважних дисперсних систем притаманні свої власні закономірності поведінки, відмінні від класичних силікатних бетонів, основи яких були розроблені за участі Міхаеліса (1883 р.). Тому актуальним є вивчення й аналіз локальних закономірностей зміни властивостей у композитах на основі нерівноважних дисперсних систем [1,2].

Силікатної суміші поєднують у собі комплекс властивостей, що забезпечують комфорт і якість житлових приміщень. Ці матеріали виробляються за литтєвою технологією із застосуванням сучас-

них нанотехнологічних прийомів. Впровадження таких прогресивних технологічних ліній дасть змогу скоротити витрату палива на 42-50% і на порядок - електроенергії.

Результати дослідження

Ці вироби вирізняються зниженою щільністю за досить високої міцності, високими водо-, морозо- і тріщиностійкістю, а також теплоємністю. Завдяки цим властивостям створюються комфортні умови в житлових приміщеннях зі стабільним температурним режимом протягом доби, незалежно від сезону. Пошарова будова виробів із цього матеріалу ідентична "інтелектуальному" композиту. У філософії та науці загалом відбулися суттєві зміни світоглядного та методологічного характеру.

Концептуальна модель складних мультикомпонентних силікатних композитів базується на аналізі з позиції постнекласики в'язко-текучих і твердіючих у часі систем, які описуються як "нелінійне ціле в нелінійному цілому". Технологія комплексно активованих силікатних композитів являє собою послідовність нерівноважних процесів, що відбуваються далеко від рівноваги. Вплив наступного технологічного чинника в загальному ланцюжку технологічних операцій або зміна складу переводять систему на новий шлях розвитку, після чого її поведінка стає більшою чи меншою мірою детермінованою, аж до наступної точки біфуркації, наприклад, до зміни температурного режиму або будь-якого іншого зовнішнього чи внутрішнього впливу.

Запропоновано механізм "трансферної" технології транспортування мікроелементів через мембранні шари закритих капілярів і всередину мембранних шарів відкритих капілярів у природних пористих кремнеземистих порід. Реалізація такого механізму забезпечує додаткову активацію просторово-часових процесів і поліпшення показників якості порівняно із силікатами на кварцовому піску.

Механізм транспортування мінеральних і органічних речовин усередину пористих частинок із певною дисперсністю включає різні етапи.

Біфуркації в мультимодальній вапняно-кремнеземистій системі відбуваються плавно, у змішувачах-активаторах. Взагалі, в цій системі існує досить велика кількість біфуркаційних ситуацій. Флуктуації ж, у вигляді малих відхилень, відповідають за напрямок вектора розвитку після точки біфуркації.

Процес гасіння включає комплекс взаємопов'язаних необоротних процесів: високотемпературний внутрішній вплив на систему в короткий/надкороткий час, турбулентне тепловиділення газової фази, тепломасообмін, що призводить до лужної активації середовища/системи. В умовах високого водовмісту (литвева технологія) лужність сприяє ефективній кристалізації ГСК. За рахунок застосування зазначених методів активації створюються умови для забезпечення необхідної розчинності кремнезему за високої розчинності вапна. Також забезпечується утворення гідросилікатів кальцію різного габітусу і морфології в дисперсній системі, на поверхні зерен кварцу і всередині зерен трепелу [6]. Приготування суміші здійснюється у швидкісних змішувачах активаторів. У змішувачах такого роду розвивається композиційна турбулентна конвекція в'язко-текучої системи, для якої характерна швидка зміна темпоритмів процесів, що відбуваються. Реалізація процесів як "нелінійне ціле в нелінійному цілому" показує, що кореляція виявляє ступінь узгодженості всіх компонентів системи. Важливим є супутній комплексній активації ефект поліморфного переходу добавки природного двоводного гіпсу у водостійкий ангідрид. За оптимальної кореляції система стає цілісною.

Синергетична комбінація основних компонентів і модифікаторів, що підбираються з урахуванням їхньої спорідненості, забезпечує отримання композитів на силікатній матриці, показники яких значно вищі, ніж у традиційних силікатних бетонів. При цьому щільність теплопровідність їх значно нижча, що забезпечує комфортні умови в приміщеннях за незначних енерговитрат. Енерговитрати скорочуються у десятки разів та поліпшується екологічне середовище Землі..

Висновки

Використання силікатів, розчинення яких відбувається за схемою у вигляді дисперсних композицій, забезпечує їх твердіння в відносно низьких температурних умовах – (45- 85 С)

Синергетична комбінація основних компонентів і модифікаторів, що підбираються з урахуванням їхньої спорідненості, забезпечує отримання композитів на силікатній матриці, показники яких значно вищі, ніж у традиційних силікатних бетонів. При цьому щільність і теплопровідність їх значно нижча, що забезпечує комфортні умови в приміщеннях за незначних енерговитрат.

Широке впровадження розробки дасть змогу значно (у рази) скоротити енерговитрати та поліпшувати екологічне середовище Землі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. O. Shynkevych. Multiple influence of silicacontaining component of the chemo-biogenic origin on the structure and properties of compo-sites on silicate matrix *Tehnički glasnik / O. Shynkevych, Y. Lutskin, A. Aniskin // Technical Journal.– Varazdin, Croatia, 2017. – Volume 11 (4-2017). – P.160-165. – Режим доступу: <https://hrcak.srce.hr/190992>*

2. O. Shynkevych. Nanotechnological and Energy-saving Methods of Production of Building Composites / O. Shynkevych, Y. Lutskin, O. Koichev, G. Bondarenko, A. Tertychnyi, I. Myronenko // *MATEC Web Conf. – Volume 116, 2017. – P. 01015 (10). – Режим доступу: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201711601015>*

3. Мчедлов-Петросян – Хімія неорганічних будівельних матеріалів. С. 1988. – 303с.

4. O. Shynkevych. The influence of the content on structure and properties of geopolymer composites on silicate matrix / O. Shynkevych, I. Myronenko, S. Zakabluk, O. Surkov // *MATEC Web of Conferences 230, 03011 (2018). Режим доступу – <https://doi.org/10.1051/mateconf/201823003011>*

5. Olena Shynkevych. Nanotechnological Techniques of Obtaining Building Composites on a Silicate Matrix of Thermo-Moisture Hardening / Olena Shynkevych, Yevgen Lutskin, Oleksiy Surkov, Igor Myronenko // *Materials Science Forum. – Vol. 968. – pp. 44-49, 2019. Режим доступу – <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.968.44>.*

Шинкевич Олена Святославівна - доктор технічних наук, професор, професор кафедри процесів та апаратів в технології будівельних матеріалів, Одеська державна академія будівництва та архітектури (ОДАБА).

Новіков Микола Миколайович - академік Міжнародної Академії Біоенергетичних технологій. м. Варна.

Закаблук Станіслав Станіславович – аспірант кафедри будівельних матеріалів Одеської державної академії будівництва та архітектури (ОДАБА), генеральний директор фірми «Маестро технологій», м. Київ.

Shynkevich Olena Svyatoslavivna - Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the department of processes and devices in technology of building materials, Odesa State Academy of Construction and Architecture (ODABA).

Novikov Nikolay Nikolayovich - academician International Academy of Bioenergy Tehnologies, Varna.

Zakabluk Stanislav Stanislavovich - Graduate Student of the Department of Building Materials of the Odessa State Academy of Construction and Architecture (ODABA), General Director of the Firm "Maestro Technologies", Kyiv.

НОВИЙ ТЕПЛОЗВУКОІЗОЛЯЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ «ЕКОДРЕВ» З ВІДХОДІВ ДЕРЕВООБРОБКИ

¹Одеська державна академія будівництва та архітектури
²ТОВ «МАЕСТРО ТЕХНОЛОГІЙ», м. Київ.

Анотація

Пріоритетними соціальними задачами є створення оптимальних мікрокліматичних умов у приміщеннях будівель та споруд шляхом застосування в будівництві сучасних енергозберігаючих технологій і матеріалів. У цій роботі описується новостворений наливний утеплювач ЕКОДРЕВ із відходів целюлози на комплексному неорганічному в'язучому, що забезпечує його екологічність. Представлена порівняльна таблиця теплопровідності існуючих утеплювачів різної щільності. Приведені експериментально отримані характеристики та переваги ЕКОДРЕВА перед іншими утеплювачами. Проведені дослідження дозволяють передбачити визначальний розвиток енергозберігаючої технології наливного утеплювача ЕКОДРЕВ і його швидку появу на ринку утеплювачів для екологічного будівництва.

Ключові слова: інновації, сталий розвиток, технологія, утеплювач, наливний утеплювач, арболітобетон, еко-арболітобетон, композиційне в'язуче.

Abstract

The priority social tasks include creating optimal microclimatic conditions in building interiors by using modern energy-saving technologies and materials in construction. This paper describes a newly developed liquid insulation material called ECODREV, made from cellulose waste on a complex inorganic binder, which ensures its environmental friendliness. A comparative table of thermal conductivity for existing insulators of various densities is presented. Experimentally obtained characteristics and the advantages of ECODREV over other insulation materials are provided. The conducted research suggests a certain development of the energy-saving technology of liquid ECODREV insulation and its imminent emergence in the insulation market for eco-friendly construction.

Key words: innovations, sustainable development, technologies, insulation, bulk insulation, arbolitobeton, eco-arbolitobeton, composite binder.

Вступ

Проблеми енергопостачання та економії енергоресурсів в Україні особливо стосуються будівельного та житлово-комунального сектору. Пріоритетними соціальними завданнями є створення оптимальних мікрокліматичних умов у приміщеннях будівель та споруд шляхом застосування у будівництві сучасних енергозберігаючих технологій та матеріалів. Розроблено нові нормативні документи, в яких встановлено більш жорсткі норми щодо теплового опору конструкцій, що захищають, та вимоги та вимоги обов'язкової паспортизації будівель. Тому промисловий випуск пористих матеріалів із високими теплоізоляційними характеристиками є вкрай перспективним. Останнім часом частка утеплювачів на основі мінеральної вати стала основною. Це пов'язано з якісними характеристиками, зокрема, негорючістю. Волокна мінеральної вати витримують температуру вище 900 град. Цельсія і є надійним бар'єром для поширення вогню. Пожежна безпека стає визначальним критерієм при виборі утеплювача. Відкриття вітчизняного виробництва мінеральної вати особливо у воєнний час не розширило її споживання з двох причин: велика енерговитратність виробництва, здатність осідати під впливом вологи та значної втрати властивостей теплоізоляції. Імпортна гідрофобна вата дорога.

Втратили свої позиції на ринку теплоізоляційних матеріалів матеріали на основі скловолкна. Саме цей сегмент теплоізоляційних матеріалів (ТІМ) в Україні представлений виключно імпортною продукцією. В визнаному становищі, вітчизняні розробки теплозвуконізоляційних матеріалів, особливо на місцевих відходах деревообробки вкрай важливі. Зазначимо, що утилізація відходів деревообробки стає дедалі актуальною, бо утилізація спалюванням веде до шкідливого вуглецевого забруднення атмосфери. Арболітобетони на підставі відходів деревини та цементного в'язучого мають велику історію. Але проблемою широкого втілення цього матеріалу в будівництво завжди була мала протидія вологі, і як слід, недостатні теплотехнічні властивості. Крім того, цемент швидко втрачає міцність в контакт з деревиною завдяки впливу лігніну, що є складовою деревини. Для нейтралізації цього ефекту була розроблена технологія мінералізації деревини, яка дуже здорожувала процес виробництва.

Прорив в підвищенні властивостей арболітобетону вдалося зробити завдяки винаходу поліфункційного модифікатора та багаторівневої матриці в'язуючого для арболітобетону[1]. Поліфункційний модифікатор капсулізує частинки деревини, та надає їм особливі властивості, такі як гідрофобність, негорючість, стійкість проти біологічних шкідників та впливу солей. Додатково поліфункційний модифікатор утворює спейсортний шар на поверхні частинок деревини, який забезпечує хімічне скреплення з багаторівневою матрицею в'язуючого. ЕКОДРЕВ створений як наливний утеплювач на неорганічному в'язуючому з деревним наповнювачем і заповнювачем. Завдяки цьому він з'єднав позитивні властивості натурального дерева і пористих бетонів і вирішив головну проблему арболітів – гідрофільність[2]. ЕКОДРЕВ – це утеплювач, який не тоне у воді, не поглинає вологу, не видає «мостиків холоду» після заливки, не горить, паропроникнений, добрий звукоізолятор, технологічний у застосуванні (заповнення колодязної кладки, сендвич -панелі, наливні полі, будівельні блоки, пустотні блоки та ін.) ЕКОДРЕВ можна виробляти і заливати безпосередньо на об'єкті із сухих сумішей і рідинних розчинів в спеціально дозованій упаковці. Обладнання для приготування ЕКОДРЕВА також надається або поставляється на об'єкт і не вимагає розчинонасосів .

Результати дослідження

Досліджений ЕКОДРЕВ трьох щільностей:

320-400 кг/куб м – для заливки в колодязну кладку, полегшених сендвич -панелей;

500-600 кг/куб м – для сендвич -панелей і легких будівельних блоків;

900-1000 кг/куб м – для наливних полів, заповнення збірних перекритих, пустотних блоків і профільованих блоків для сферичних будинків.

ЕКОДРЕВ має коефіцієнт теплопередачі $\lambda=0,08-0,10$, [3] а зі спеціальним наповнювачем до 0,06 Вт/м. град, міцність на стиснення 0,05- 0,18 Мпа залежно від щільності, клас вогнетривкості Г1.

Це порівняння теплопровідності матеріалів (Вт/м К), D -щільність (кг/куб м):

Бетон важкий (D 1400- D 2400) 1,5-1,69

Цегла керамічна 0,35- 0,56

Цегла силікатна 0,7

Керамзитобетон 0,14-0,66

Мінеральна вата (гідрофобна) 0,045-0,050

Пінобетон (D 1000) 0,29

Пінобетон (D 300) 0,08

Сосна, ялина поперек волокон D 500 0,09

Дуб поперек волокон D 700 0,10

Сосна, ялина уздовж волокон D 500 0,18

Дуб уздовж волокон D 700 0,23

Мінеральна вата D 200 0,07

Пінополістирол D 33 0,031

Пінополістирол екструдований D 45 0,036

Пінопласт ПВХ D 125 0,052

Піноскло D 400 0,11

Пісок просмажений D 1600 0,35

ЕКОДРЕВ D 320- D 600 0,08-0,10



Экодрев
для пола
259₂; Д1000



П061
8.12.16

Экодрев, Д960



П061
8.12

Экодрев
Д850



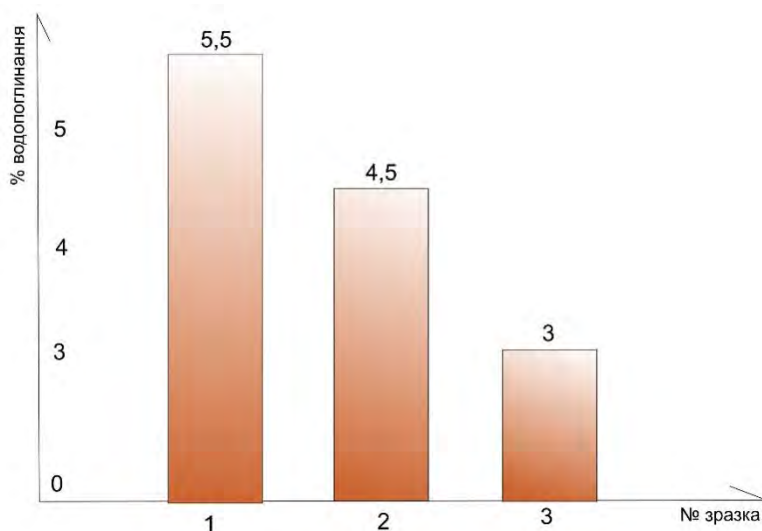
Экодрев
Д300

Були проведені дослідження тепловукоізоляційного матеріалу «ЕКОДРЕВ» трьох зразків щільності на водопоглинання за стандартною методикою.

Після 24 годин витримки зразків під водою при температурі 23 град С водопоглинання зразків становило:

1. Зразок 350 кг/куб.м – 5,5%;
2. Зразок 550 кг/куб.м – 4,5%;
3. Зразок 1000 кг/куб.м – 3%.

Результати дослідження представлені діаграмою.



Висновки

1. Встановлено, що виготовлення арболітобетону за допомогою поліфункційного модифікатора зменшує водопоглинання зразків арболітобетону більш ніж вдвічі в порівнянні до вимог ДСТУ «Арболіт та вироби з нього».
2. Завдяки застосуванню нового покоління силіконових гідрофобізаторів ЕКОДРЕВ покращує гідрофобність і антисептичність існуючих арболітів та несуттєво поступається по теплопровідності щільним мінеральним ватам при цьому має істотно більшу міцність.
3. ЕКОДРЕВ виробляється у вигляді рідкої піни, яка легко проникає у всі смуги утепленої або звукоізоляційної будівельної конструкції, що робить його незамінним при заповненні каркасних, модульних конструкцій, колодезної кладки та огорожувальних панелей.
4. ЕКОДРЕВ не містить синтетичних в'язких матеріалів, які позиціонують його як екологічно чистий утеплювач.
5. Дерев'яні наповнювачі і заповнювачі ЕКОДРЕВ стають негорючими після просочення їх антипіренними гідрофобізаторами.
6. ЕКОДРЕВ створює комфортне середовище життя завдяки своїй паропроникності.
7. В'язучі, наповнювачі і заповнювачі ЕКОДРЕВ стабільно забезпечують збереження теплоізоляційних, звукоізоляційних і міцних характеристик протягом тривалого часу, на відміну від мінеральної вати. Підтверджено дослідженнями 8 років (см. фото).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Шинкевіч О.С., Плит А.Д., Заволока М.В., Закаблук С.С. Оценка силы поверхностного натяжения отечественных и зарубежных грунтовок. Збірка тез доповідей 76-а науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу академії м. Одеси», 21-22 травня 2020 року. Одеса, ОДАБА, 2020. – С. 148
2. Шинкевич О.С., Линник Д.С., Закаблук С.С., Юсипчук В.И. Подбор состава арболитобетона по экспериментально-статистическим моделям Збірник наук. праць. Науковий вісник будівництва, Харків, 2017. №4(90), С. 86-92.
3. ДСТУ Б В.2.7-271:2011. Арболіт та вироби з нього. Загальні технічні умови.

Закаблук Станіслав Станіславович – аспірант кафедри будівельних матеріалів Одеської державної академії будівництва та архітектури (ОДАБА), генеральний директор фірми «Маестро технологій», м. Київ.

Шинкевіч Олена Святославівна – доктор технічних наук, професор Одеської державної академії будівництва та архітектури (ОДАБА).

Zakabluk Stanislav Stanislavovich - Graduate Student of the Department of Building Materials of the Odessa State Academy of Construction and Architecture (ODABA), General Director of the Firm "Maestro Technologies", Kyiv.

Shynkevich Olena Svyatoslavivna - Associate Professor of Technical Sciences, Professor of the Odessa State Academy of Construction and Architecture (ODABA).

ПЕРСПЕКТИВИ І ПРОБЛЕМИ МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В УКРАЇНІ

Національний університет біоресурсів природокористування України

Анотація

Отримання інформації про якість атмосферного повітря є важливим фактором для збереження здоров'я населення і стану природних екосистем. Акцентовано увагу на основних проблемах і особливостях організації моніторингових спостережень у контексті євроінтеграційних змін законодавства України. У роботі використані порівняльно-аналітичні методи дослідження.

Ключові слова: моніторинг якості атмосферного повітря, індекс якості, автоматичні станції.

Abstraakt

Obtaining information about atmospheric air quality is an important factor for preserving the health of the population and the state of natural ecosystems. Attention is focused on the main problems and features of the organization of monitoring observations in the context of European integration changes in the legislation of Ukraine. Comparative and analytical research methods are used in the work.

Keywords: atmospheric air quality monitoring, quality index, automatic stations.

Якість атмосферного повітря є важливим фактором для збереження здоров'я населення і стану природних екосистем. Для вдосконалення процесів управління якістю атмосферного повітря необхідна достовірна і своєчасна моніторингова інформація про концентрації забруднювальних речовин в атмосферному повітрі як урбанізованих, так і сільськогосподарських територій. Саме з цією метою Кабінет Міністрів України у 2019 році своєю Постановою затвердив новий Порядок здійснення державного моніторингу стану атмосферного повітря (надалі Порядок) [1]. У вересні 2021 року Управління екології та природних ресурсів КМДА представило проєкт розширення мережі моніторингу якості атмосферного повітря в м. Києві [2]. Відповідно до вимог цього Порядку проєкт КМДА забезпечив встановлення 7 референтних і 46 індикативних автоматичних постів спостережень протягом 2022 р. в м. Києві. Вся мережа з 53 постів доступна на платформі saveesobot (рис.1а), в додатку «Київ цифровий» (рис.1б) і на сайті КМДА (рис. 1в).

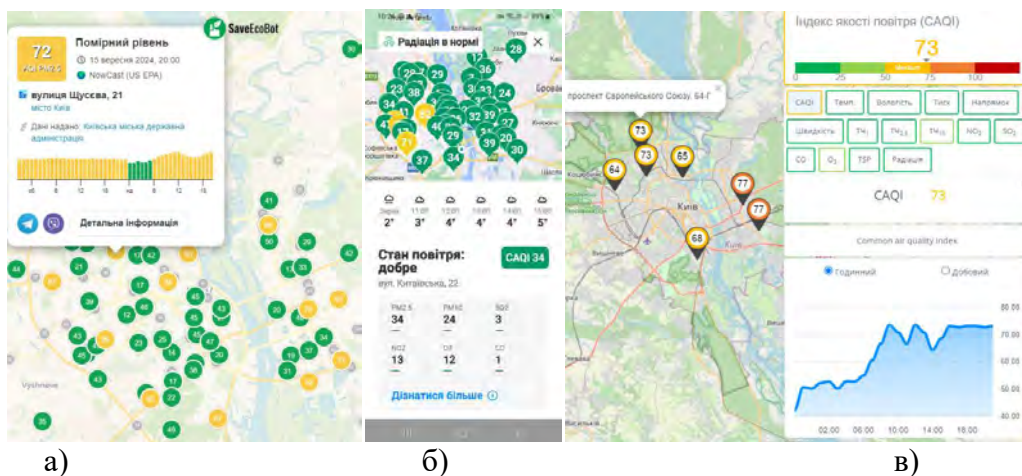


Рис. 1. Доступ до інформації про стан атмосферного повітря в м. Києві

Проектування місць розташування запланованою Програмою мережі автоматизованих постів спостережень виконувалось з урахуванням вимог наказу Міністерства внутрішніх справ України від 21.04.2021 № 300 «Про затвердження Порядку розміщення пунктів спостережень за забрудненням атмосферного повітря в зонах та агломераціях», а також з урахуванням думки населення щодо наявності джерел забруднення та транспортних розв'язок [2].

Стаціонарні пости здійснюють вимірювання та передачу в автоматичному режимі даних про метеорологічний стан навколишнього середовища (температура та вологість повітря, атмосферний тиск, кількість опадів, швидкість та напрям вітру), потужність еквівалентної дози гамма та рентгенівського випромінювання, а також даних про концентрацію пріоритетних забруднювальних речовин в атмосферному повітрі, а саме: оксид вуглецю, діоксид сірки, діоксид азоту, аміак, озон, сірководень та дрібнодисперсний пил.

На сьогодні в агломераціях і обласних державних адміністраціях (ОДА) розроблені і впроваджуються **регіональні системи моніторингу довкілля** [3]. Так, для зони «Київська» розроблено програму моніторингу стану атмосферного повітря на 2021-2025 рр., згідно з якою на початок 2022 року в області було встановлено 13 референтних автоматичних станцій (рис. 2) [3]. З інформацією про стан атмосферного повітря можна ознайомитись на сайті Департаменту екології та природних ресурсів облдержадміністрації (<http://ecology-kievoblast.com.ua>) у веб-додатку «Моніторинг довкілля».

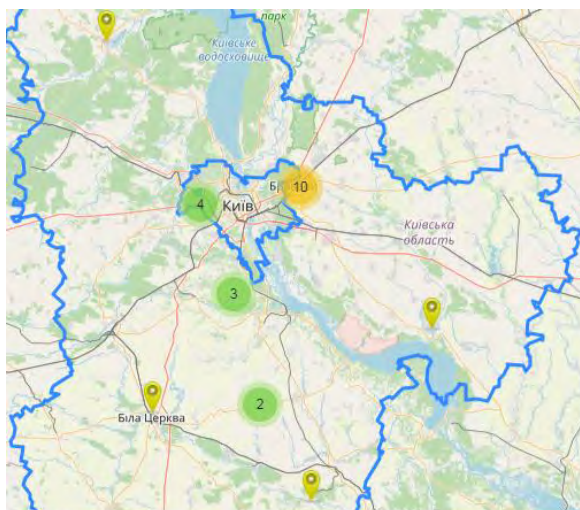


Рис. 2. Розташування автоматичних постів спостережень в зоні «Київська»

Міськвиконком м. Чернівці (агломерація) придбав 3 індикативні автоматичні станції, інші міста (агломерації) та обласні адміністрації (зони) також проводять самостійну політику в галузі моніторингу довкілля. Автоматичні станції моніторингу атмосферного повітря впровадили у 2019-2021 роках: у Київській області (16 станцій); у місті Київ – 7 референтних і 46 індикативних станцій. У 2021 році було встановлено 6 індикативних станцій контролю якості атмосферного повітря AQMesh у м. Кривий Ріг, по одній референтній станції у Дніпропетровській області і м. Дніпро. З 2019 року у м. Одеса функціонує референтна станція AQT420 фінської фірми Vaisala Oyj. Згадані автоматичні станції забезпечують органи місцевої влади достовірною інформацією відповідно до вимог Постанови КМУ №827, але цих станцій недостатньо для репрезентативного оцінювання якості атмосферного повітря по всім зонам і агломераціям України. Для компенсації нестачі інформації щодо стану атмосферного повітря можна рекомендувати мережі громадського моніторингу [3]. З 2019 року в Україні, паралельно з державними (регіональними), активно розвиваються громадські мережі моніторингу атмосферного повітря. Початком розвитку громадських мереж моніторингу атмосферного повітря можна вважати 2004 рік, коли у США утворилась

громадська організація «Коаліція чистого повітря» [4], Після виявлення активістами високого вмісту деяких поллютантів в атмосферному повітрі Нью-Йорка Агенція з охорони навколишнього середовища США (EPA) активізувала роботи з вдосконалення системи моніторингу якості повітря шляхом використання новітніх технологій для вимірювання якості повітря. Агенція Air Sensor Toolbox сформувала універсальний ресурс, який за інформацією з датчиків якості повітря формує вказівки щодо збільшення ефективності отримання, аналізу та інтерпретації даних про якість повітря [5].

Поява сучасних автоматичних станцій моніторингу атмосферного повітря створило певну колізію на фоні існуючих в місті Києві 16 стаціонарних постів, на яких відбір проб здійснюється тільки 4 рази на добу (о 01, 07, 13 і 19 годинах доби) з лабораторним аналізом концентрації поллютантів у Центральній геофізичній обсерваторії (ЦГО). Це означає, що частково не виконується Постанова КМУ №827, а також не раціонально витрачаються державні кошти і формується не зовсім коректна інформація про середньодобові концентрації забруднювальних речовин в атмосферному повітрі. Вибірковий статистичний аналіз середньогодинних індексів AQI з двох автоматичних станцій КМДА (на вул. Зодчих, 40а і Окружна дорога, 98), з 21 по 27 квітня 2024 року засвідчує, що середньодобовий індекс якості повітря розрахований за даними чотирьох вимірювань $AQI_{сд}^4$ (о 01-й, 07-й, 13-й і 19-й), відрізняється від середньодобового індексу, розрахованого за даними 24 вимірювань $AQI_{сд}^{24}$, в середньому на 7% (похибка від 3 до 18%).

Модернізацію системи моніторингу атмосферного повітря в Україні, як і функціонування лабораторій ЦГО у контексті моніторингових спостережень для отримання достовірних результатів аналізу стану атмосферного повітря, доцільно розпочинати паралельно зі створенням мережі автоматичних станцій і постів спостережень, на яких здійснюватиметься безперервний відбір проб повітря. При цьому лабораторії ЦГО можуть виконувати функцію тестових вимірювань для перевірки і доповнення результатів роботи автоматичних станцій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Постанова Кабінету Міністрів України від 14 серпня 2019 року №827. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/827-2019-%D0%BF#Text>.
2. Управління екології та природних ресурсів представило проєкт розширення мережі моніторингу якості атмосферного повітря. URL: <https://kmr.gov.ua/uk/content/upravlinnya-ekologiyi-ta-pryrodnyh-resursiv-predstavlylo-proyekt-rozshyrennya-merezhi>
3. Сагайдак Д.А., Боголюбов В.М. Аналіз систем моніторингу атмосферного повітря в місті Києві. Екологічні науки, 2024. № 1(52), Том 1. С. 51-58. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.1-52.1.7>.
4. The Air Sensor Toolbox | Citizen Scientists Measure Air Quality. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/ecology/ecology2024/paper/viewFile/21879/18160>
5. Disrupting the Consultancy Model. URL: <https://www.aeroqual.com/blog/disrupting-the-consultancy-model>.

Боголюбов Володимир Миколайович, доктор педагогічних наук, професор кафедри загальної екології, радіобіології та БЖД Національного університету біоресурсів та природокористування України. E-mail: volbog@ukr.net;

Валерія Іванівна. Бондарь, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри загальної екології, радіобіології та БЖД Національного університету біоресурсів та природокористування України.

Кленко Алла Володимирівна, доктор біологічних наук, завідувачка кафедри кафедри загальної екології, радіобіології та БЖД Національного університету біоресурсів та природокористування України.

Volodymyr M. Bogoliubov, doctor of pedagogical sciences, professor Department of General Ecology, Radiobiology and BZD of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, e-mail: volbog@ukr.net;

Valeria I. Bondar, candidate of rural Sciences, associate professor Department of General Ecology, Radiobiology and BZD of the National University of University of Life and Environmental Sciences of Ukraine.

Alla V. Klenko, doctor of biological sciences, head of the department Department of General Ecology, Radiobiology and BZD of the National University of University of Life and Environmental Sciences of Ukraine.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АНАЛІЗУ ТЕЛЕМЕДИЧНИХ ДАНИХ В СИСТЕМІ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано структуру інфокомунікаційної системи інтелектуального аналізу ЕКС, яка дозволяє підвищити точність і результативність телемедичних досліджень та реалізувати системи підтримки прийняття рішень для медичних фахівців.

Ключові слова: електро-кардіосигнал, інтелектуальний алгоритм, телемедичне дослідження, апаратно-програмна модель, інфокомунікаційна система, цифрова обробка сигналів.

Abstract

The structure of the infocommunication system of intellectual analysis of ECS, which allows to increase the accuracy and effectiveness of telemedicine research and to implement decision support systems for medical professionals, is proposed.

Keywords: electro-cardio signal, intelligent algorithm, telemedicine research, hardware-software model, infocommunication system, digital signal processing.

Вступ

Актуальність теми. В даний час однієї з головних тенденцій розвитку науки і техніки є інтенсивне впровадження і використання радіоелектронних і комунікаційних технологій у всіх сферах людської діяльності. Зокрема, застосування радіотехнічних, інформаційних і телекомунікаційних засобів збору, обробки та аналізу сигналів безпосередньо сприяє підвищенню якості життя населення, завдяки вдосконаленню на їх основі технологій медичного приладобудування.

Розвитку медичної техніки сприяє поява нових радіоелектронних компонентів, ефективних методів цифрової обробки і аналізу сигналів, а також сучасних телекомунікаційних систем і засобів обчислювальної техніки, необхідних в телемедицині і електронному охороні здоров'я. За рахунок розширення сфери застосування інформаційно-телекомунікаційних технологій (ІТТ) знижується вартість і ефективність існуючих методів медичного обслуговування при одночасному розширенні їх доступності для населення. У свою чергу в медичній практиці з'являються нові методи діагностики та лікування, що вимагають спеціальної апаратної підтримки [1-3].

При цьому, мобільні пристрої реєстрації ЕКС повинні бути прості в експлуатації і недорогими у виробництві. Очевидно, що даним вимогам в повному обсязі можуть задовольняти тільки системи ЦОС з позначеними для них перевагами, на базі сучасних сигнальних процесорів і аналого-цифрових перетворювачів (АЦП). У свою чергу, використання інтелектуального аналізу ЕКС здатне підвищити рівень автоматизації проведених досліджень [4].

Таким чином, на підставі поточного стану проблеми автоматизації електрокардіографічних досліджень, можна стверджувати, що пошук шляхів щодо подальшого вдосконалення методів обробки та аналізу ЕКС, орієнтованих на застосування сучасних засобів ЦГЗ і інтелектуального аналізу даних має велику актуальність.

Метою роботи є підвищення якості функціональних і діагностичних характеристик автоматизованих електрокардіографічних систем шляхом створення та оптимізації радіотехнічних методів цифрової обробки і інтелектуального аналізу ЕКС.

Результати дослідження

Використання для ЕКГ-діагностики сучасних ІТТ в процесі збору, зберігання, обробки і передачі інформації дозволить розширити коло реалізованих діагностичних завдань за рахунок високої швидкості обробки і надання інформації. Можна очікувати, що інтеграція запропонованих радіотехнічних методів ЦОС та інтелектуального аналізу ЕКГ з можливостями ІТТ дозволить

отримати значний ефект в підвищенні точності і результативності ЕКГ-досліджень, дозволить поліпшити якість автоматичного аналізу ЕКС, а так же оптимізувати роботу інтелектуальних алгоритмів МО.

Таким чином, відповідно до запропонованих принципів ЦГЗ і отриманими результатами аналізу ефективності методів ЦФ для вирішення різних діагностичних завдань в електрокардіографії, а також при використанні розроблених методів інтелектуального аналізу ЕКГ в даному розділі пропонується модель побудови інфокомунікаційної системи попередньої ЕКГ-діагностики (далі - ІКСПД).

На підставі вище сказаного були сформовані основні вимоги до ІКСПД.

1. Висока мобільність, компактність, простота і універсальність використовуваного записуючого обладнання ЕКС.

2. Використання сучасних досягнень радіоелектроніки та обчислювальної техніки при реалізації апаратного забезпечення.

3. Хороша перешкодозахищеність реєструє апаратури.

4. Використання промислових стандартів обміну даними для побудови ІКСПД.

5. Простота виконання попередньої автоматизованої діагностики найбільш поширених і небезпечних ССЗ, зокрема з мінімальним числом вимірювальних каналів.

6. Можливість використання для ЕКГ-досліджень найбільш поширених типів систем ЕКГ-датчиків.

7. Здатність записуючого обладнання виробляти запис сигналів з частотою дискретизації, необхідної при різних варіантах ЕКГ - досліджень.

8. Забезпечення інтерпретується результатів при проведенні автоматизованої попередньої діагностики.

9. В умовах накопичення нових діагностичних даних забезпечення можливості оптимізації класифікаційних алгоритмів з урахуванням оновленої інформації.

10. Можливість організації сеансів телеметричної електрокардіографії.

Відповідно до сформованими вимогами на рисунку 1 представлена узагальнена структура ІКСПД.

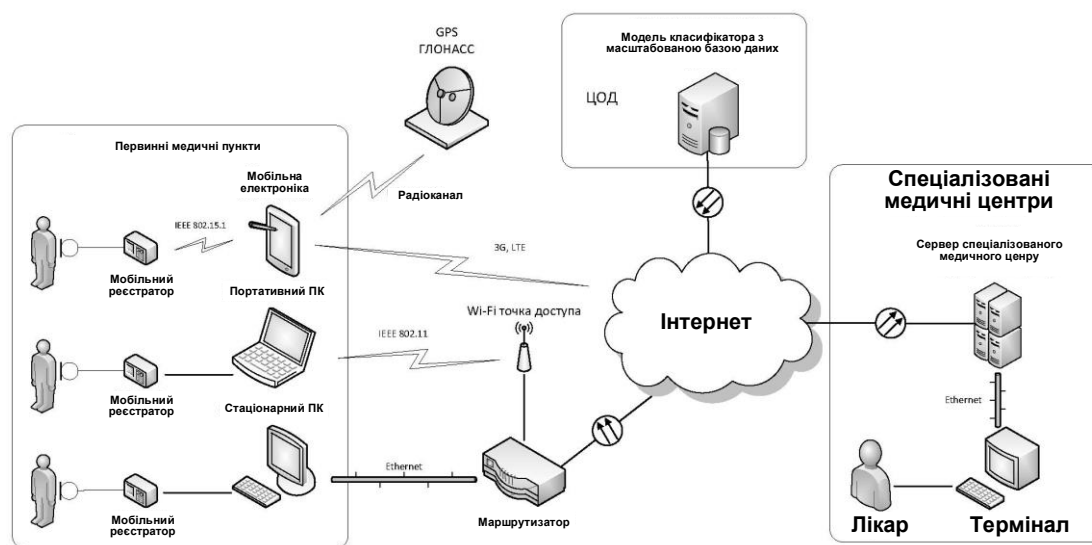


Рисунок 1 - Структура інфокомунікаційної системи попередньої ЕКГ-діагностики

Введення оцифрованих біоелектричних даних від мобільних реєстраторів в ПК здійснюється через стандартні інтерфейси введення / виводу. В результаті реєструє обладнання інтегрується в функціонально складні інформаційно-вимірювальні системи, забезпечуючи при цьому високу продуктивність, уніфікацію і масштабованість апаратного забезпечення.

У разі використання в якості обчислювального пристрою смартфона або планшета можлива організація передачі ЕКС від мобільного реєстратора за допомогою технології бездротового з'єднання. Застосування бездротового способу передачі даних може істотно знизити економічні витрати на забезпечення інтерфейсів зв'язку.

Найбільш поширеними стандартами бездротової передачі даних, реалізованих на переважній

більшості пристроїв комунікаційного обладнання, є технології Bluetooth (IEEE 802.15.1) і Wi-Fi (IEEE 802.11).

Технологія Wi-Fi п'ятого покоління дозволяє здійснювати передачу даних зі швидкістю до 6,77 Гбіт / с в смузі 2,4 ГГц і 5 ГГц, що дозволяє здійснювати високошвидкісний обмін великими обсягами інформації в складі мереж топології «зірка» та «точка-точка».

На рисунку 2 представлена структура процесу реєстрації ЕКС відповідно до запропонованої моделі побудови ІКСПД.

Відповідно до рисунку 2 на стороні мобільного реєстратора оцифрована запис ЕКС перетворюються передавачем в формат даних використовуваного протоколу обміну. При цьому, як фізичне середовище передачі даних може виступати як провідне, так і бездротове з'єднання.

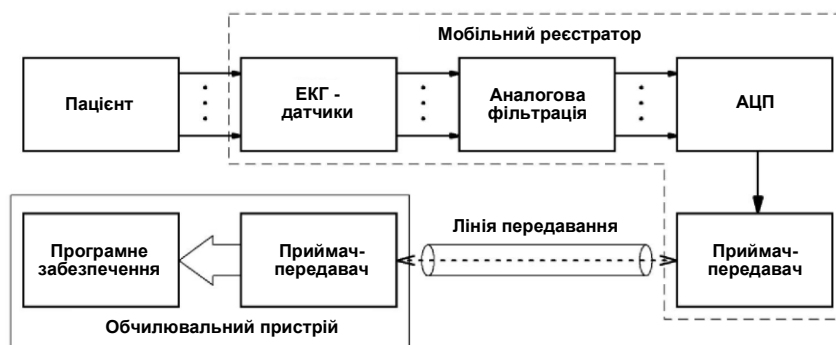


Рисунок 2 - Структура процесу реєстрації ЕКС в ІКСПД

На стороні обчислювального пристрою встановлено програмне забезпечення і апаратний драйвер, що забезпечує декодування переданих з мобільного реєстратора даних.

Висновок

Запропоновано варіанти вирішення актуальної наукової проблеми підвищення точності і результативності електрокардіографічних досліджень шляхом створення та оптимізації радіотехнічних методів цифрової обробки і інтелектуального аналізу ЕКС. Суть запропонованих рішень полягає у підвищенні якості функціональних і діагностичних характеристик в системах контролю і автоматичного аналізу ЕКГ-інформації за рахунок оптимізації апаратного забезпечення, а також алгоритмів цифрової та інтелектуальної обробки сигналів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. K. T. Koshekov, Yu. N. Klikushin, A. A. Kashevkin, S. I. Latypov, N. N. Sof ina, A. K. Koshekov, G.V. Savostina An Intelligent System for Vibrodiagnostics of Oil and Gas Equipment. Russian Journal of Nondestructive Testing. April 2018, Volume 54, Issue 4, PP. 249-259.
2. A.A. Savostin, D. V. Ritter, G.V. Savostina, A. K. Koshekov Comparative Analysis of Algorithms for Elimination of Low-Frequency Noise in Electrocardio-Signals. Measurement Techniques, Vol. 61, No. 7, PP. 1-6. October, 2018.
3. A. A. Savostin, D. V. Ritter and G. V. Savostina Using the K-Nearest Neighbors Algorithm for Automated Detection of Myocardial Infarction by Electrocardiogram Data EntriesPattern Recognition and Image Analysis, 2019, Vol. 29, No. 4, pp. 730-737.
4. Acharya U.R., Fujitad H. et al. Application of deep convolutional neural network for automated detection of myocardial infarction using ECG signals. Information Sciences 415-416. 2017. PP. 190-198.

Васильківський Микола Володимирович — канд. техн. наук, доцент кафедри ТКСТБ, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com

VasylkivskyMykola V. — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Telecommunication system and television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com

СИСТЕМА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ТЕЛЕМЕДИЧНИХ ДАНИХ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ

¹ Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Запропоновано удосконалену апаратно-програмну модель інфокомунікаційної системи та мережі автоматизованої ЕКГ-діагностики на базі сучасних методів цифрової обробки і інтелектуального аналізу ЕКС.

Ключові слова: електро-кардіосигнал, інтелектуальний алгоритм, телемедичне дослідження, апаратно-програмна модель, інфокомунікаційна система, цифрова обробка сигналів.

Abstract

An improved hardware-software model of infocommunication system and network of automated ECG-diagnostics on the basis of modern methods of digital processing and intellectual analysis of EX is offered.

Keywords: electro-cardio signal, intelligent algorithm, telemedicine research, hardware-software model, infocommunication system, digital signal processing.

Вступ

Актуальність теми. Серед найважливіших завдань сучасного медичного приладобудування залишається необхідність підвищення рівня автоматизації медичних досліджень при аналізі біоелектричних сигналів тіла людини. Дані сигнали несуть важливу інформацію про фізіологічний стан організму, можливих патологічних змінах в органах і тканинах, допомагають лікарю поставити правильний діагноз і вибрати ефективне лікування. При цьому від технічних засобів аналізу біоелектричних сигналів потрібне забезпечення підтримки прийняття рішень медичними фахівцями для зниження часу на проведення досліджень, підвищення якості та повноти результатів аналізу [1-3].

Радіотехнічні методи ЦГЗ і інтелектуального аналізу даних затребувані в завданні ранньої діагностики серцево-судинних захворювань (ССЗ). Її рішення вимагає проведення неінвазивних експрес-досліджень ЕКС в неспеціалізованих медичних установах. В результаті зростає потреба у великій кількості спеціальних мобільних реєстраторів, які забезпечують знімання ЕКГ у відсутності кваліфікованого персоналу. Розробка такого обладнання потребує забезпечення високої завадостійкості системи реєстрації біопотенціалів, що є складною структурно-алгоритмічною завданням [4].

Метою роботи є підвищення якості функціональних і діагностичних характеристик автоматизованих електрокардіографічних систем шляхом створення та оптимізації радіотехнічних методів цифрової обробки і інтелектуального аналізу ЕКС.

Результати дослідження

Відповідно до принципів ЦГЗ і отриманими результатами аналізу ефективності методів ЦФ для вирішення різних діагностичних завдань в електрокардіографії, а також при використанні розроблених методів інтелектуального аналізу ЕКГ пропонується модель побудови інфокомунікаційної системи попередньої ЕКГ-діагностики (далі - ІКСПД).

Модель ІКСПД розробляється відповідно до сучасних завдань медичного приладобудування в області автоматизації ЕКГ досліджень.

Крім виконання автоматизованої ЕКГ-діагностики запропонована модель ІКСПД дозволяє виконувати телеметричну передачу ЕКС. Пропускна здатність сучасних каналів зв'язку і обчислювальні ресурси ПК і пристроїв переносної електроніки дозволяє виконати це завдання. В цьому випадку можлива дистанційна консультація висококваліфікованого фахівця зі спеціалізованого кардіоцентру.

Запропонована ІКСПД була протестована на предмет працездатності реалізованої топології в

симуляторі інформаційно-телекомунікаційних мереж Cisco Packet Tracer 7.2.2 [5], як показано на рисунку 1.

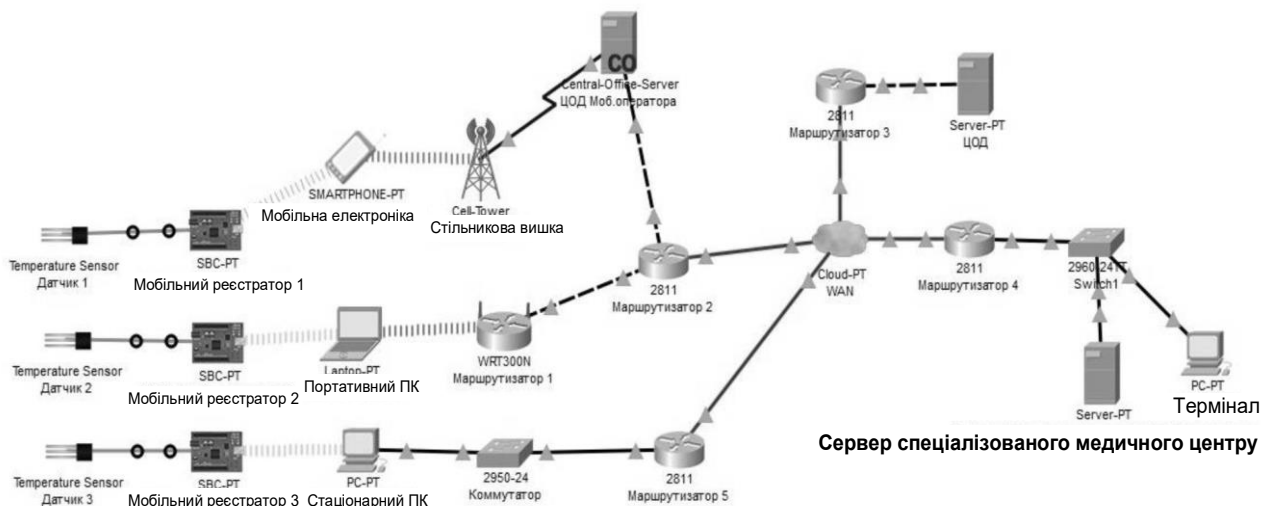


Рисунок 1 - Імітаційна модель ІКСПД в мережевому симуляторі Cisco Packet Tracer

Результати тестування мережевої інфраструктури ІКСПД в програмному симуляторі показали її працездатність і придатність для використання.

Розроблені методи ЦГЗ і інтелектуального аналізу дозволяють реалізувати ефективну ІКС попередньої автоматизованої ЕКГ діагностики. Однак сформовані вимоги до ІКСПД в плані мобільності її елементів, структури побудови інформаційно-вимірювального сегмента, рівня універсальності і функціоналу вимагають істотної модернізації апаратного забезпечення системи реєстрації ЕКС.

Таким чином, при розробці сучасних реєстраторів ЕКГ, в тому числі орієнтованих на використання інтелектуальних методів обробки інформації в ІКСПД, вигідно перенести більшу частину обробки біоелектричного сигналу в цифрову форму. Цьому сприяє сучасний рівень характеристик АЦП, що надаються провідними вендорами на ринку радіоелектронних компонентів. У той же час розвиток теорії і апаратного забезпечення ЦГЗ дозволяє більш гнучко і ефективно вирішувати завдання фільтрації біоелектричних і фізичних перешкод в ЕКС.

Запропонована апаратно-програмна модель системи має на увазі використання сучасних інформаційних і телекомунікаційних технологій для попереднього діагностування небезпечних захворювань серцево-судинної системи, надання допомоги в прийнятті діагностичних рішень медичними фахівцями, а також при необхідності забезпечення сеансів телеметричної кардіографії.

Синтез структури апаратно-програмної моделі виконаний на підставі сучасного стану розвитку обчислювальної техніки і телекомунікаційних засобів зв'язку. Запропоновано ефективний варіант модернізації пристроїв реєстрації ЕКС, що відрізняється високим рівнем мобільності, низьким енергоспоживанням, компактністю і універсальністю у виборі типу і числа використовуваних датчиків при різних ЕКГ - дослідженнях.

Показано, що використання сучасних радіоелектронних компонентів для виконання аналого-цифрового перетворення дозволяє оптимізувати і підвищити якість процесу попередньої фільтрації ЕКС шляхом здійснення його засобами ЦГЗ.

Сукупність отриманих результатів дозволяє стверджувати про підвищення якості виконання автоматичної обробки ЕКГ засобами ЦГЗ. У свою чергу, інтелектуальний аналіз ЕКС ефективний при вирішенні задачі класифікації ССЗ в складі інфокомунікаційної системи автоматизованої попередньої ЕКГ-діагностики.

Висновок

Очікуваний еколого-економічний ефект від впровадження отриманих результатів полягає в скороченні фінансових, технічних і людських ресурсів за рахунок автоматичного аналізу ЕКС завдяки підвищенню функціональних і діагностичних характеристик реалізованих ЕКГ-систем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. K. T. Koshekov, Yu. N. Klikushin, A. A. Kashevkin, S. I. Latypov, N. N. Sofina, A. K. Koshekov, G.V. Savostina An Intelligent System for Vibrodiagnostics of Oil and Gas Equipment. Russian Journal of Nondestructive Testing. April 2018, Volume 54, Issue 4, PP. 249-259.
2. A.A. Savostin, D. V. Ritter, G.V. Savostina, A. K. Koshekov Comparative Analysis of Algorithms for Elimination of Low-Frequency Noise in Electrocardio-Signals. Measurement Techniques, Vol. 61, No. 7, PP. 1-6. October, 2018.
3. A. A. Savostin, D. V. Ritter and G. V. Savostina Using the K-Nearest Neighbors Algorithm for Automated Detection of Myocardial Infarction by Electrocardiogram Data Entries Pattern Recognition and Image Analysis, 2019, Vol. 29, No. 4, pp. 730-737.
4. Acharya U.R., Fujita H. et al. Application of deep convolutional neural network for automated detection of myocardial infarction using ECG signals. Information Sciences 415-416. 2017. PP. 190-198.
5. Acharya U.R., Fujita H. et al. Automated detection and localization of myocardial infarction using electrocardiogram: a comparative study of different leads, Knowl.-Based Syst. № 99. 2016. PP. 146-156.

Васильківський Микола Володимирович — канд. техн. наук, доцент кафедри ТКСТБ, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com

Vasylkivsky Mykola V. — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Telecommunication system and television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com

СИСТЕМА ОПОВІЩЕННЯ В НАДЗВИЧАЙНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ СИТУАЦІЯХ

¹ Вінницький національний технічний університет;

Анотація

У роботі досліджено функціонування системи екстрених служб, що об'єднує ресурси центрів обслуговування викликів, яка розглядається як сукупність систем масового обслуговування.

Ключові слова: надзвичайна ситуація, інтенсивність потоку, екстренний виклик, центр обслуговування, система масового обслуговування, TETRA, безпілотний літальний апарат, GSM, LTE.

Abstract

The paper examines the functioning of the emergency services system, which combines the resources of call centers, which is considered as a set of queuing systems.

Keywords: emergency, flow intensity, emergency call, service center, queuing system, TETRA, unmanned aerial vehicle, GSM, LTE.

Вступ

Актуальність. Інтенсивність потоку екстрених викликів може бути перевищена в кілька разів відносно спокійного періоду. Відомий підхід щодо обмеження трафіку в зоні НС з метою захисту від перевантажень на окремих ділянках «Системи 112» і, зокрема, в центрах обслуговування викликів єдиних чергово - диспетчерських служб (ЕДДС). Негативна сторона такого підходу полягає в можливості втрати контролю над розвитком ситуації [1].

Таким чином, перехід від традиційного варіанту організації незалежних екстрених служб до єдиної інформаційної територіально-розподіленої «Системи 112» відкриває нові напрямки досліджень. Актуальність дослідження підтверджується необхідністю своєчасного реагування екстрених служб на звернення громадян, тенденцією швидкого зростання трафіку екстрених викликів при виникненні НС, потребою ефективного використання технічних ресурсів «Системи 112».

Таким чином, проблема підвищення пропускної спроможності системи екстрених служб за рахунок спрямування надлишкових викликів в зони, не порушені НС, представляє інтерес з позиції оцінки різноспрямованого впливу різних чинників на якість обслуговування. Підходи до реалізації «Системи 112» в Україні, до об'єднання ресурсів центру обслуговування (обробки) екстрених викликів (ЦОВ) в систему екстрених служб представляють практичний інтерес для країн, що розвиваються.

Мета: дослідження і розробка методу підвищення пропускної спроможності системи екстрених служб при виникненні надзвичайної екологічної ситуації, що враховує особливості організації взаємодопомоги і можливість виділення оперативного резерву в центрах обслуговування викликів.

Результати дослідження

Як показує світовий досвід, виникнення надзвичайної екологічної ситуації призводить до різкого підвищення трафіку екстрених викликів [2]. ЦОВ-НС в зоні надзвичайної ситуації, швидше за все, не зможе підтримувати високі показники якості обслуговування.

Під час НС, а також під час ліквідації наслідків НС, різко зростає трафік реального часу (наприклад, телефонний зв'язок). Причому частина звернень дублюють один одного. Найбільш критичним є початковий період НС. Швидке реагування важливо для порятунку постраждалих [3].

Центри обслуговування (обробки) викликів «Системи 112» повинні фіксувати появу НС і, як наслідок, - переводити системи реагування в режим НС. Відповідно до базових положень теорії катастроф складно прогнозувати виникнення НС на основі даних традиційних систем попередження. Однак слід передбачити використання конкретних алгоритмів виявлення НС та переведення обладнання в цей режим [3].

Проблема неконтрольованого зростання обсягів трафіку екстрених викликів розглядається в ряді робіт [1-3]. Так, пропонуються різні підходи щодо обмеження трафіку, що виникає в зоні НС з метою захисту від перевищення окремих ділянок «Системи 112» і, зокрема, в центрах

обслуговування викликів ЕДДС і ДДС. Негативною стороною такого підходу може стати втрата контролю над розвитком ситуації. У даній роботі передбачається дослідити принципово інший підхід, а саме - об'єднувати в режимі НС ресурси декількох ЕДДС (або декількох ДДС) для обслуговування трафіку екстрених викликів. Задіяна система взаємодопомоги між ЦОВ екстрених служб повинна забезпечувати можливість перенаправлення надлишкового трафіку із зони НС в ЦОВ екстрених служб, які не порушені надзвичайною ситуацією. Визначимо цілі такої маршрутизації: оперативний контроль над розвитком ситуації в зоні НС; практично безвідмовне обслуговування користувачів шляхом обслуговування звернень громадян про події в зоні НС силами операторів ЦОВ системи взаємодопомоги, що сприятиме зниженню рівня паніки і числа повторних викликів, що дозволяє зменшувати частку викликів, які направляються на інтерактивне голосове меню.

У структурі «Системи 112» слід виділити два рівня ієрархії: на нижньому рівні повинна бути реалізована скоординована спільна робота екстрених служб в рамках зони обслуговування одного ЕДДС; на верхньому рівні можливе об'єднання ресурсів декількох ЕДДС.

Кожен з ЦОВ системи екстреного виклику, можуть обслужити із заданою якістю певний обсяг трафіку (навантаження) [1].

Виникнення НС в зоні обслуговування одного з ЦОВ призводить до його перевантаження. Будемо надалі позначати його як ЦОВ-НС. Зменшення впливу виникає в ЦОВ-НС перевантаження може досягатися шляхом направлення надлишкового трафіку на напрямки до інших ЦОВ екстрених служб. Таким чином, якщо в момент надходження екстреного виклику всі оператори ЦОВ-НС будуть зайняті, то такий виклик може передаватися на обслуговування операторам іншого ЦОВ екстрених служб, який не відчуває перевантажень в поточний момент часу. Сучасні засоби керування потоками трафіку дозволяють регулювати частку трафіку, що розподіляється між ЦОВ екстрених служб. Виділимо наступні підходи до реалізації керування потоками викликів, які рекомендовані МСЕ-Т, і можуть бути застосовані при керуванні потоками екстрених викликів [2].

Визначення величини рівня перевантаження МС при використанні методу управління SILC є складним завданням, при вирішенні якої повинні враховуватися фактори, що різноспрямований вплив на роботу всієї системи. А саме, з одного боку прагнення без відмов обслужити надходять надлишкові для ЦОВ-НС виклики передбачає залучення всього ресурсу операторів допоміжного ЦОВ_і. Але, з іншого боку, не можна допустити погіршення роботи «допоміжного» ЦОВ_і при виконанні завдань, що стоять саме перед цим центром обслуговування викликів.

При необхідності безпілотні літальні апарати (БПЛА) дозволяють забезпечити мобільний зв'язок в аварійних і надзвичайних ситуаціях. Йдеться про використання стандарту TETRA в режимі дуплексу і режимі мультимедіа. Так, на базі обладнання стандарту TETRA може здійснюватися автоматизований прийом тривожних повідомлень від систем охоронної, пожежної і тривожної сигналізації та телеметричних датчиків, а також виконуватися сполучення з системами управління, зв'язку та моніторингу екстрених служб. При проведенні рятувальних і відновлювальних робіт це обладнання стає додатковим, але в ряді випадків - основним ресурсом зв'язку між рятувальниками.

Таким чином, перспективним є використання обладнання цифрового стандарту TETRA для оперативного управління технічними і людськими ресурсами «Системи 112» під час ліквідації наслідків НС. Перевагою стандарту TETRA є забезпечення зв'язку з високою надійністю, захищеністю і великою пропускну здатністю, а також міжвідомча взаємодія за рахунок єдиної телекомунікаційної інфраструктури. Цифровий стандарт TETRA зберігає можливість застосування користувачами традиційних для радіозв'язку режимів напівдуплексного або симплексного зв'язку, вводячи обслуговування з відмовами або з очікуванням. Одночасно з цим намічається перехід значної кількості користувачів на дуплексний зв'язок, а також використання мультимедійних засобів передачі інформації.

При дослідженні функціонування системи TETRA повинна враховуватися потреба в поданні радіоканалів для забезпечення зв'язку в конкретних режимах (напівдуплекс, дуплекс, мультимедійний трафік). При обслуговуванні виклику в режимі полудуплекс відбувається заняття одного інформаційного каналу в радіоінтерфейсу. Для реалізації зв'язку в режимі дуплексу використовуються два інформаційні канали в радіоінтерфейсі. Можливість передачі мультимедійного трафіку відноситься до нових можливостей систем стандарту TETRA, і добре узгоджується з новим напрямком розвитку професійної радіотелефонного зв'язку - а саме, з використанням безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Для передачі мультимедійного трафіку необхідна група вільних інформаційних каналів в радіоінтерфейсі, що надається на постійній основі або на час сеансу зв'язку. Пропонується використовувати для опису системи TETRA математичну модель, яка була розроблена

для випадку надходження групових заявок на обслуговування. Передбачається, що число вимог в групі є постійним. У роботах [1, 2] представлені рекурентні залежності для варіанту, коли в будь-який момент часу може надійти одна вимога в групі з імовірністю F_1 , а також можуть надійти і вимоги у групі з імовірністю F_i .

Для дослідження функціонування системи стандарту TETRA необхідно визначити процедуру розрахунку значень ймовірності втрат за викликами в системі, враховуючи вплив переходу від базового режиму роботи полудуплекс до роботи в режимі дуплекс, а також враховувати вплив мультимедійного трафіку.

Для моделювання потоку заявок необхідне одночасне використання двох генераторів випадкових чисел. Один генератор використовується для генерації моментів надходження нових заявок (викликів); інший генератор використовується для визначення випадкового показника - тривалості обслуговування конкретної заявки. При моделюванні враховуються: характеристика потоку - інтенсивність надходження заявок.

Початкові стани генераторів встановлюються на початку нової серії випробувань, і також повинні утворювати послідовність випадкових чисел. Загальна кількість генераторів випадкових чисел залежить від числа модельованих потоків заявок [3]. Тривалість серії випробувань зазвичай фіксується на певному рівні, який повинен відповідати заданому періоду часу послідовної роботи.

В даний час область використання методів статистичного моделювання істотно розширена. Так, крім використання в якості допоміжного засобу для оцінки достовірності аналітичних припущень, методи математичного моделювання використовуються в якості базового засобу для моделювання якості роботи мереж і систем зв'язку в умовах швидкого зростання трафіку на окремих напрямках або в умовах відмови частини обладнання.

Висновки

Організація доступу користувачів до екстрених служб за єдиним номером є перспективним, і реалізується в багатьох розвинених країнах. На початковому етапі розвитку надзвичайної екологічної ситуації значно зростає число звернень до екстрених служб. Необхідно забезпечити їх обслуговування силами операторів центрів обслуговування екстрених викликів з мінімальними втратами.

У роботі досліджено функціонування системи екстрених служб, що об'єднує ресурси центрів обслуговування викликів, яка розглядається як сукупність систем масового обслуговування.

Передбачається досліджувати функціонування системи екстрених служб на основі аналітичних виразів, що враховують методи керування надлишковим трафіком, вплив оперативного резерву і можливість виходу з ладу окремих елементів системи.

На етапі ліквідації наслідків НС засоби мобільного зв'язку можуть бути відключені з міркувань безпеки. Перспективним є використання засобів професійної радіотелефонного зв'язку стандарту TETRA в поєднанні з можливостями безпілотних літальних апаратів.

Формалізований опис функціонування радіоінтерфейсу системи професійної радіотелефонного зв'язку в напівдуплексному, дуплексному і мультимедійних режимах виконано з використанням теорії телетрафіка і, зокрема, підходу, розробленого для опису систем з груповим надходженням заявок на обслуговування.

В якості об'єктивного мірила оцінки достовірності аналітичних розрахунків використано статистичне моделювання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Математичні моделі та методи аналізу надійності радіоелектронних, електротехнічних та програмних систем: монографія / Ю. Я. Бобало, Б. Ю. Волочій, О. Ю. Лозинський, Б. А. Мандзій, Л. Д. Озірковський, Д. В. Федасюк, С. В. Щербовських, В. С. Яковина. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 300 с.
2. Теорія масового обслуговування в телекомунікаціях / А.Г. Ложковський. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2010. – 112 с.
3. Волочій Б.Ю. Технологія моделювання алгоритмів поведінки інформаційних систем: монографія / Б.Ю. Волочій. – Львів: Вид-во Нац. ун-ту "Львівська політехніка", 2004. – 220 с.

Васильківський Микола Володимирович — канд. техн. наук, доцент кафедри ТКСТБ, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com

Vasylykivsky Mykola V. — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Telecommunication system and television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com

ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ ЕСТРЕННИХ ВИКЛИКІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

¹ Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Запропоновано метод підвищення пропускної спроможності системи екстрених служб в системі екологічної безпеки, що дозволяє врахувати вплив сукупності факторів, таких як: вибір структури системи екстрених служб; загальне число центрів обслуговування викликів в системі; вплив методу розподілу надлишкового трафіку; особливості формування оперативного резерву.

Ключові слова: система екстрених служб, екологічна безпека, центр обслуговування викликів, розподілення надлишкового трафіку, оперативний резерв, надзвичайна ситуація, TETRA, LTE, IP- 4G, RDA.

Abstract

A method of increasing the capacity of the emergency services system is proposed in the system of ecological safety, which allows to take into account the influence of a set of factors, such as: the choice of the structure of the emergency services system; the total number of call centers in the system; the influence of the method of distribution of excess traffic; features of the formation of the operational reserve.

Keywords: emergency system, ecological safety, call center, redundancy distribution, operational reserve, emergency, TETRA, LTE, IP-4G, RDA

Вступ

Актуальність теми. Багатофункціональний комплекс центру обслуговування (обробки) екстрених викликів (ЦОВ) повинен забезпечувати прийом і обробку вхідних звернень від населення силами операторів «Системи 112», розподіл заявок на реагування між екстреними службами. Інтеграція ресурсів екстрених служб в рамках «Системи 112» для попередньої обробки викликів операторами «Системи 112» дозволяє передавати в автоматизованому режимі дані екстреного виклику операторам таких служб як пожежна, швидка допомога, поліція, газова служба, «Антитерор». Безпосередньо в ЦОВ «Системи 112» можуть формуватися групи операторів для виконання спеціальних завдань. Передбачається, що розгортання «Системи 112» буде сприяти підвищенню оперативності взаємодії між екстреними службами, зменшувати час реагування на техногенні, надзвичайні ситуації (НС).

Перспективним є використання в «Системі 112» засобів професійного радіотелефонного зв'язку та безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для координації аварійно-рятувальних робіт, як при виникненні НС, так і при ліквідації її наслідків (доступ до мобільного зв'язку може бути обмежений через загрозу терактів).

У даній роботі досліджено особливості об'єднання в системі екстрених служб ресурси декількох центрів обслуговування викликів ЦОВ для обслуговування трафіку екстрених викликів. Така система взаємодопомоги повинна забезпечувати можливість перенаправлення надлишкового трафіку від центру обслуговування викликів із зони НС (далі позначаємо його як ЦОВ - НС) в ЦОВ екстрених служб, які не порушені надзвичайною екологічною ситуацією. Передбачається, що відмова в обслуговуванні виклику (напрямок виклику на інтерактивні голосові меню Interactive voice menu, IVR) настає, якщо в момент надходження екстреного виклику в системі будуть відсутні вільні і доступні оператори. Зменшення частки викликів, які направляються на IVR, буде сприяти зниженню рівня паніки.

Таким чином, перехід від традиційного варіанту організації незалежних екстрених служб до єдиної інформаційної територіально-розподіленої «Системи 112» відкриває нові напрями досліджень. Актуальність дослідження підтверджується необхідністю своєчасного реагування екстрених служб на звернення громадян, тенденцією швидкого зростання трафіку екстрених викликів при виникненні НС, потребою ефективного використання технічних ресурсів «Системи 112».

Мета: дослідження і розробка методу підвищення пропускної спроможності системи екстрених служб при виникненні надзвичайної екологічної ситуації, що враховує особливості організації

взаємодопомоги і можливість виділення оперативного резерву в центрах обслуговування викликів.

Предметом розгляду є аналіз перспективності використання систем цифрового транкінгового зв'язку в «Системі 112» із залученням безпілотних літальних апаратів (БПЛА) як додаткового ресурсу зв'язку при виникненні НС.

Результати дослідження

Загальні тенденції конвергенції, інтеграції та консолідації ресурсів мобільного та фіксованого зв'язку повинні враховуватися при організації сучасних служб екстреного зв'язку [1-3].

Конвергенція виражається в прагненні об'єднати ресурси телекомунікацій та інформатизації для надання якісно нових послуг користувачам. Основні вимоги до організації єдиної екстреної спеціальної служби, що отримала назву «Система 112» або «Служба 112», вперше були визначені рішенням Європейського Союзу (ЄС) від 29 липня 1991 року.

У зв'язку з епідемією коронавірусу 2020 року з'явилася тенденція організації на базі «Системи 112» волонтерських служб. Досвід розгортання «Системи 112» в ЄС і в Україні становить практичний інтерес для країн.

Процес консолідації може бути проілюстрований можливістю залучення і використання в режимі надзвичайної ситуації (НС) ресурсів телекомунікації, що належать різним регіональним операторам зв'язку.

Для успішного функціонування «Системи 112» потрібно інтегрувати ЦОВ з іншими інформаційними системами, забезпечуючи обслуговування абонентів різних варіантів доступу (мобільний, стаціонарний і доступ через Інтернет) [4]. Таким чином, перехід від традиційного варіанту організації незалежних екстрених служб до об'єднання ресурсів в єдиній «Системі 112» відкриває нові напрямки досліджень, що дозволяють врахувати останні мережеві і системні аспекти розвитку екстрених служб. Передбачається, що розгортання «Системи 112» буде сприяти підвищенню оперативності взаємодії між службами і скорочувати час реагування на надзвичайні події.

При організації «Системи 112» потрібно враховувати мінливі вимоги, що стосуються якості роботи системи і обслуговування населення, а також додаткові можливості з розвитку системи з урахуванням впровадження нових технологій, методів керування потоками трафіку і устаткування з розширеним функціоналом [4]. Організація і розвиток «Системи 112» вимагає додаткового аналізу і досліджень з точки зору забезпечення сталого функціонування в різних умовах роботи, в тому числі - при надзвичайних ситуаціях.

При нестачі ресурсів (в даному випадку - це вільні оператори) засоби автоматичного контролю умов перевантаження дозволяють відправляти на розподільник надлишкового навантаження ЦОВ-НС повідомлення про недоступність ресурсів даного ЦОВ. Комутатор навантаження, що отримав інформацію про недоступність конкретного ЦОВ, припиняє надсилати надлишкові виклики до цього ЦОВ. Далі комутатор навантаження включає функцію Reroute Control, яка забезпечує регулювання частки викликів, які направляються до інших ЦОВ [2-4]. Перерозподіл частки навантаження відбувається поступово.

Як приклад - частина операторів ЦОВ ЕДДС може резервуватися для обслуговування трафіку, традиційно надходить із «своїх» зони обслуговування, утворюючи так званий оперативний резерв (ОР). Можливий варіант організації перенаправлення викликів на верхньому рівні ієрархії «Системи 112», а саме при наявності зв'язку між ЕДСС по оптичному кільцю з залученням технологій пакетної комутації, передбачає застосування методу надлишкового перенаправлення Over flow Reroute (ORR). Принцип його роботи полягає в тому, що при переході будь-якого ЦОВ екстрених служб в режим блокування (всі оператори зайняті) в цьому ЦОВ активізується метод ORR [1]. В останньому в ланцюжку взаємодопомоги ЦОВ активізується скасування методу надлишкового перенаправлення за допомогою процедури Cancel Reroute Overflow (CRO).

За рекомендацією МСЕ-Т в системі порятунку можуть використовуватися технологія GSM і технологія LTE. Але є велика ймовірність того, що такі технології не будуть доступні до використання (загроза терористичних актів).

Системи цифрового транкінгового зв'язку спеціально розроблені для застосування в екстрених службах, комерційних підприємствах і транспортних компаніях [2].

Система мобільного радіозв'язку повинна відповідати чотирьом ключовим вимогам, щоб її можна було використовувати для професійного зв'язку.

Інфраструктура повинна бути стійкою і високо доступною. Зазвичай це досягається за допомогою надлишкової мережевої архітектури, надлишкових каналів між мережевими елементами і використанням відмовостійких мережевих елементів. Крім того, базові станції можуть підвищити доступність своїх осередків, працюючи в резервному режимі і надаючи мінімальне обслуговування, коли з'єднання з інфраструктурою втрачається і коли послуги всій мережі не можуть тимчасово підтримуватися [3].

В критично важливих мережевих службах зв'язок повинен бути доступним і стабільним (особливо в разі великомасштабних лих). Навіть на межі стільника мовні пакети, короткі повідомлення даних і пакетні дані повинні надійно передаватися кінцевому користувачеві [4].

Важливим також є забезпечення мережею функції безпеки для захисту користувачів: взаємну аутентифікацію інфраструктури і терміналів; способи тимчасового і постійного відключення терміналів і смарт-карт; виявлення та компенсацію перешкод на радіоінтерфейсу; шифрування в радіоінтерфейсу призначених для користувача даних і даних сигналізації, включаючи адреси; наскрізне шифрування даних користувача.

Професійні користувачі в основному працюють в групах. При цьому, мережа повинна підтримувати багатоточковий зв'язок, тобто групові виклики, групові адресні короткі повідомлення даних і групові адресні пакетні дані.

Цифровий стандарт TETRA (TErrestrial TRunked RAdio) є відкритим стандартом цифрового транкінгового радіозв'язку, що дозволяє забезпечувати спільну роботу обладнання різних виробників. Етапи еволюції для стандартизації та впровадження TETRA 3 в якості професійної мобільної технології радіозв'язку для передачі голосу і даних з підтримкою 4G і повністю IP- 4G, описані в роботах [1-3] і представлені на рисунку 1.

Враховуються вимоги користувачів професійної мобільного радіозв'язку до широкосмугових додатків критично важливих даних, які включають передачу даних про місцезнаходження, передачу мультимедійного відео і фото, офісні додатки, завантаження і вивантаження оперативної інформації, запити до бази даних в режимі on-line. Мережа радіодоступу і базова мережа в версії TETRA 3 повинні стати повністю IP (Internet Protocol), зберігаючи при цьому високу якість обслуговування голосових послуг.

Стандарт TETRA відповідає перерахованим вище вимогам. Порівняльний аналіз цифрових стандартів професійного радіозв'язку, що набули поширення в ЄС і в Україні, за основними характеристиками (технічним, функціональним можливостям, що надаються зв'язку, можливості взаємодії з безпілотними літальними апаратами). Детально аналіз використання TETRA для побудови «Системи 112» представлено в публікаціях [3, 4].

Ресурси радіозв'язку TETRA використовувалися для організації навчань з ліквідації НС і для побудови єдиної мережі в системах порятунку в регіонах країни.

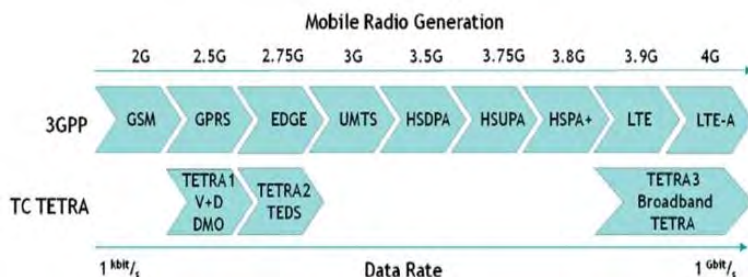


Рисунок 1 - Зіставлення комерційних стандартів мобільного радіозв'язку з реалізаціями професійного стандарту TETRA

Стандарт TETRA є технологічно найбільш досконалим стандартом професійного радіотелефонного зв'язку, і має найбільшу розгалуджену базу в світі. Цифрова система TETRA може працювати в трьох режимах зв'язку -напівдуплексу, дуплексу, передачі мультимедійного трафіку. При дослідженні можливостей обладнання стандарту TETRA, його можна розглядати з точки зору теорії телетрафіка як СМО з груповим надходженням заявок (заявки від джерела в режимі напівдуплекса, заявки від джерела в режимі дуплексу, і, на кінець, заявки від джерела в режимі мультимедіа). Для опису даної системи пропонується використовувати методи теорії телетрафіка.

Поява додаткового трафіку в системах і мережах зв'язку (в нашому випадку - при виникненні НС)

може проводити до підвищення ймовірності втрат за викликами. Загальноприйнятою практикою в організації роботи центрів обслуговування викликів є переадресація надлишкового трафіку на інтерактивне голосове меню. При виникненні НС така переадресація можлива, але оскільки прийняття рішень в цьому випадку затягується, то може бути упущено час на оперативне реагування.

Одним з можливих шляхів поліпшення зазначеної ситуації є обслуговування надлишкового трафіку з використанням обхідних (альтернативних) напрямку. Для розрахунку числа каналів в обхідному напрямку, на яке може надсилатися надлишкова для інших напрямків зв'язку навантаження, використовується метод RDA. Можливості, принципи використання методу RDA описані в роботах [2, 4]. Метод RDA дає досить точні оцінки числа каналів в повнодоступному пучку, що обслуговує суму надлишкових навантажень.

Актуально використання методу RDA: для оцінки стійкості до перевантажень центрів обслуговування викликів екстрених служб, об'єднаних в систему взаємодопомоги; для визначення необхідного числа радіоканалів при взаємодії з безпілотним літаючим апаратом, використовуваним для апаратного керування технічними і людськими ресурсами «Системи 112» при ліквідації наслідків техногенних НС.

Актуальність моделювання визначається високою складністю досліджуваної системи. Аналітичне дослідження функціонування системи екстрених служб передбачає: функціонування ЦОВ-НС з визначенням характеристик потоку трафіку викликів на вході розподільника надлишкових викликів, які передбачається проводити за методом RDA; функціонування центрів обслуговування екстрених викликів, в яких може виділятися оперативний резерв, недоступний для викликів із зони НС. Виділення оперативного резерву може бути актуально для збереження достатнього високої якості обслуговування користувачів в зонах, не порушених НС. Коректність аналітичного опису повинна бути підтверджена результатами моделювання. Для більшої наочності при написанні програми моделювання використовувалася робота з масивами даних, в яких будуть згруповані дані про моментах надходження заявок на обслуговування, тривалості їх обслуговування, наявності ресурсу вільних операторів для обслуговування заявок. Використання масивів даних дозволяє простежити в режимі on - line обслуговування конкретної заявки, або групи заявок.

Висновок

Надзвичайні екологічні ситуації супроводжуються різким зростанням телекомунікаційного трафіку, що надходить в Систему 112. Центри обслуговування викликів є основною точкою входу для всіх звернень, тому необхідне рішення, яке забезпечить необхідний функціонал при виникненні і розвитку надзвичайної ситуації.

Об'єднання ресурсів в єдину систему екстрених служб для перерозподілу надходить трафіку в «Системі 112» є одним з перспективних підходів для усунення негативного впливу НС і забезпечення високої ймовірності успішного обслуговування екстрених викликів операторами ЦОВ. Актуальною науковою задачею є розроблення методу підвищення пропускну здатності системи екстрених служб, що дозволяє врахувати вплив сукупності факторів, таких як: вибір структури системи екстрених служб; загальне число центрів обслуговування викликів в системі; вплив методу розподілу надлишкового трафіку; особливості формування оперативного резерву. На етапі ліквідації наслідків НС для забезпечення оперативного зв'язку в рамках «Системи 112» перспективним є використання обладнання професійного радіотелефонного зв'язку. Обмежений ресурс радіоканалів визначає актуальність оцінки пропускну здатності радіоінтерфейсу для забезпечення надійного зв'язку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ложковський А.Г. Нові методи теорії телеграфіка / Ложковський А.Г. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2018. – 80 с.
2. Математичні моделі та методи аналізу надійності радіоелектронних, електротехнічних та програмних систем: монографія / Ю. Я. Бобало, Б. Ю. Волочій, О. Ю. Лозинський, Б. А. Мандзій, Л. Д. Озірковський, Д. В. Федасюк, С. В. Щербовських, В. С. Яковина. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 300 с.
3. Теорія масового обслуговування в телекомунікаціях / А.Г. Ложковський. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2010. – 112 с.
4. Волочій Б.Ю. Технологія моделювання алгоритмів поведінки інформаційних систем: монографія / Б.Ю. Волочій. – Львів: Вид-во Нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 2004. – 220 с.

Васильківський Микола Володимирович — канд. техн. наук, доцент кафедри ТКСТБ, заступник декана факультету ІПЕН, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com

VasylkivskyMykola V. — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Telecommunication system and television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com

ОЦІНЮВАННЯ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ ДЛЯ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ РОБОТИ ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ

¹ІПІ «Інтер-Еко»

²Вінницький національний технічний університет

Анотація

Оцінено викиди парникових газів на прикладі цукрового заводу. Розраховано викиди CO₂ при спалюванні палива та випалюванні вапна. Зменшення викидів CO₂ здійснюється шляхом модернізації технологічного процесу виробництва цукру.

Ключові слова: парникові гази, декарбонізація, технологічний процес.

Abstract

Greenhouse gas emissions were estimated using the example of a sugar factory. CO₂ emissions during fuel combustion and lime burning are calculated. Reducing CO₂ emissions is carried out by modernizing the technological process of sugar production.

Keywords: greenhouse gases, decarbonization, technological process.

Вступ

Зміна клімату – одна з найбільш значних загроз, що стоять перед країнами, урядами, діловими колами та населенням на майбутні десятиліття. Ця проблема може мати серйозні наслідки, як для людських, так і для природних систем та може призвести до значних змін у використанні ресурсів, виробництві та економічній діяльності. На глобальному рівні на клімат впливають парникові гази (на відміну від промислових викидів, що становлять більш локальну проблему), роблячи це проблемою кожного.

У відповідь на це розробляються і впроваджуються міжнародні, регіональні, національні та локальні ініціативи щодо обмеження концентрацій парникових газів (GHG) в атмосфері землі. Такі ініціативи щодо парникових газів ґрунтуються на кількісному визначенні, моніторингу, звітності та верифікації їх викидів.

Результати дослідження

З 2021 року введений в дію Закон України «Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів» №377-ІХ від 12. 12.2019р. Прийняття цього документа [1] є важливою передумовою для здійснення заходів з боротьби зі зміною клімату, заснованих на досвіді ЄС. Це, зокрема, введення системи торгівлі квотами на викиди парникових газів. Саме для її впровадження необхідне створення системи МЗВ, яка передбачається законом. Законом проводиться гармонізація законодавства України зі стандартами права ЄС (зобов'язання України за Угодою про асоціацію між Україною та Європейським Союзом) та впроваджуються положення Директив № 2003/87/ЄС та № 2004/101/ЄС, а також виконуються вимоги Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату та Паризької угоди.

Впровадження системи МЗВ дозволяє отримувати точну інформацію про обсяги емісії парникових газів від підприємств для забезпечення контролю за викидами та змоги їх обмеження; впровадити обов'язкову методику розрахунку емісії парникових газів для всіх установок, з яких ці викиди здійснюються [2-5].

Відповідно до нашого законодавства передбачено чіткий перелік видів діяльності, які є найбільш шкідливими забруднювачами парниковими газами та, відповідно, потрапляють під процедуру моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів. На теренах Вінницької області з цього переліку найбільш поширеними є спалювання палива (більше 20 МВт) та виробництво вапна, що перевищує

50 тонн на добу. Прикладом таких підприємств можуть бути теплоелектростанції, котельні та цукрові заводи. Зробимо аналіз та оцінку викидів парникових газів (CO₂) на прикладі цукрового заводу.

Викиди CO₂ на установці відбуваються від наступних видів діяльності:

1. Спалювання палива в установках, загальна номінальна теплова потужність яких перевищує 20 МВт.
2. Виробництво вапна або кальцинація доломіту або магнезиту в печах, виробнича потужність яких перевищує 50 тонн на добу.

Джерелами викидів парникових газів від виду діяльності «Спалювання палива» на цукровому заводі є:

- Котли заводської котельні
- Дизельні генератори
- Пропан-бутанові різачки
- Ковальська дільниця

Джерелами викидів парникових газів від виду діяльності «Випалювання вапна» на цукровому заводі є випалювальна піч (вапна).

На цукровому заводі використовуються такі види палива та сировини (матеріальні потоки): вугілля газової групи та антрацит, вапняковий камінь, дизельне паливо, рідке паливо (мазут), природний газ, пропан-бутан.

Викиди від спалювання викопного палива розраховуються окремо для кожного виду палива за нижченаведеною формулою:

$$Вик\ CO_{2i} = ДД_i * НТЗ_i * КВ_i * КО_i$$

<i>Вик CO_{2i}</i>	викиди від спалювання палива	[т CO ₂]
<i>ДД_i</i>	дані про діяльність – обсяг споживання палива	[т або тис. м ³]
<i>НТЗ_i</i>	нижча теплотворна здатність палива	[ТДж / т або ТДж / тис. м ³]
<i>КВ_i</i>	коефіцієнт викидів CO ₂ для палива	[т CO ₂ / ТДж]
<i>КО_i</i>	коефіцієнт окислення для палива	[безрозмірний]

Враховуючи, що дана установка використовує лише один вид сировини (вапняковий камінь), викиди розраховуються за формулою:

$$Вик\ CO_{2\text{вапно}} = ДД_{\text{вапнякового каменю}} * КВ_{\text{вапнякового каменю}} * КП_{\text{вапнякового каменю}}$$

де

<i>Вик CO₂</i>	викиди CO ₂ від виробництва вапна (кальцинації вапнякового каменю)	[т CO ₂]
<i>ДД_{вапнякового каменю}</i>	дані про діяльність – обсяг вапнякового каменю, що споживається в процесі виробництва вапна протягом звітного періоду	[т]
<i>КВ_{вапнякового каменю}</i>	коефіцієнт викидів CO ₂ від кальцинації вапнякового каменю	[т CO ₂ / т вапняку]
<i>КП_{вапнякового каменю}</i>	коефіцієнт перетворення вапнякового каменю за методом А	[безрозмірний]

Висновки

Кількість палива та сировини (дані про діяльність) визначаються підприємством на підставі засобів вимірювальної техніки або розрахунковими методами. Нижча теплотворна здатність, коефіцієнт викидів та коефіцієнти окислення та перетворення визначаються шляхом проведення лабораторних аналізів або використовуються довідникові значення. Отже, усереднений викид парникових газів (CO₂) для діяльності цукрового заводу потужністю 3500 т буряку / добу розрахований за вищенаведеними розрахунковими формулами становить 25500 т CO₂. Для зменшення викидів парникових газів потрібно модернізувати технологічний процес виробництва цукру.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України «Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів»
2. Постанова Кабінету Міністрів України №960 від 23.09.2020 р. «Про затвердження Порядку здійснення моніторингу та звітності щодо викидів парникових газів»

3. Постанова Кабінету Міністрів України від 23 вересня 2020 р. № 880 "Про затвердження переліку видів діяльності, викиди парникових газів в результаті провадження яких підлягають моніторингу, звітності та верифікації"

4. Методичні рекомендації з оцінки викидів ПГ за видами діяльності установок, затверджені Наказом Міндовкілля №671 від 13.10.2021 р.

5. Перелік видів діяльності, викиди парникових газів в результаті провадження яких підлягають моніторингу, звітності та верифікації, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 23 вересня 2020 р. № 880 (Офіційний вісник України, 2020 р., № 79, ст. 2552).

Вадим Станіславович Гончарук — директор ПП «Інтер-Еко», Вінниця. e-mail: vadyam.honcharuk@gmail.com.

Петрук Василь Григорович — д.т.н., професор, професор кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: petrukvg@gmail.com.

Кватернюк Сергій Михайлович — д.т.н., професор, професор кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kvaternuk@vntu.edu.ua.

Vadym Stanislavovich Honcharuk — director of "Inter-Eko" PE, Vinnytsia, e-mail: vadyam.honcharuk@gmail.com.

Petruk Vasyl H. — D.Sc., Professor, Professor of Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: petrukvg@gmail.com.

Kvaterniuk Serhii Mykhailovych — D.Sc., Professor, Professor of Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kvaternuk@vntu.edu.ua.

ВПЛИВ ЗМІН КЛІМАТУ НА ФОРМУВАННІ ВИДОВОГО СКЛАДУ ЕКОСИСТЕМ

¹Вінницький національний технічний університет

²ПП «Інтер- Еко»

Анотація

У роботі досліджено такі кліматичні фактори, як освітлюваність та температура, та їх вплив на живі організми. Досліджено особливості адаптації живих організмів до змін клімату та відповідні зміни у видовому складі екосистем при змінах клімату.

Ключові слова: світло, температура, фотосинтез, зміни клімату, адаптація.

Abstract

Climate factors such as illumination and temperature and their impact on living organisms are investigated in the work. Peculiarities of adaptation of living organisms to climate change and corresponding changes in the species composition of ecosystems during climate change were studied.

Keywords: light, temperature, photosynthesis, climate change, adaptation.

Вступ

Клімат і кліматичні фактори – є одним з найважливіших чинників абіотичного середовища. Саме завдяки особливостям клімату на нашій планеті змогла зародитись людська цивілізація.

До кліматичних факторів можна віднести: температуру повітря і води, вологість, опади, освітленість, зміна пір року. Реакцією на ці кліматичні фактори, є відповідні пристосування рослин, тварин та людини. Адже саме завдяки адаптаціям до змін навколишнього середовища з'явилися самі різні форми живих організмів.

Щоб краще дослідити вплив кліматичних факторів на життєдіяльність живих організмів, потрібно спочатку охарактеризувати кожний фактор окремо. І на які системи органів вони можуть впливати. Це нам дасть змогу побачити повну картину, як саме реагують окремі живі істоти та їх угруповання, на вплив зовнішнього середовища.

Результати дослідження

Світло — є дуже значним фактором всього навколишнього середовища, воно визначає основні біологічні ритми, а саме добові, місячні та річні. І воно є важливим для життя більшості тварин, за допомогою нього вони орієнтуються у просторі. Серед джерел світла можна виділити, такі як: Сонце(найголовніше джерело), Місяць, біолоюмінесценція і зірки. Достатньо важливим аспектом світла, як екологічного фактору, є його інтенсивність та спектр, як у видимому, так і в ультрафіолетовому, й інфрачервоному діапазонах довжин хвилі.

Рослини на Землі можуть рости у різних світлих умовах, починаючи з: пустель, степів, надмірно освітлених гір, закінчуючи морськими глибинами та напівтемними печерами. Через це у рослин у процесі природного добору виникли численні пристосування до життя відповідно до того чи іншого світлового режиму. За відношенням до світла рослини поділяються на три основні групи: світлолюбні(геліофіти), тінелюбні (сциофіти), та тіневитривалі [1].

Електромагнітне випромінювання(або просто світло) прийнято ділити за частотними діапазонами. Між діапазонами не можна виділити чітких переходів, вони мають здатність іноді перекриватися, а межі між ними умовні. Швидкість поширення світла(у вакуумі) постійна, тому частота коливань залежить від довжини хвилі у вакуумі: 1) гамавипромінювання < 5 пм; 2) рентгенівське випромінювання від 10 нм до 5 пм; 3) ультрафіолетове випромінювання від 380 нм до 10 нм; 4) видиме (оптичне) випромінювання від 780 до 380 нм; 5) інфрачервоне випромінювання від 1 мм до 780 нм; 6) ра-

діохвилі > 1мм. В екологічному аспекті особливе значення набуває фотосинтетично активна радіація (ФАР) в діапазоні хвиль 380-710 нм. В приземному шарі енергія Сонця і атмосфери перетворюється на теплову енергію, невелика частка за рахунок фотосинтезу – на хімічну енергію, а ще менше – на механічну (до них можна віднести вивітрювання гірських порід, термохімічний ефект тощо) і ще електричну енергію (встановлення електричного потенціалу рослин).

Для рослин джерелом енергії для фотосинтезу є світло, воно викликає зміну форм росту, а також слугує сигналом для переходу від одної фази розвитку до іншої. В свою чергу для більшості тварин (розвинутих за наявності органів зору) і людини, світло забезпечує постачання інформації про навколишній світ, і завдяки ній можуть орієнтуватись у просторі. А також для людини, електромагнітне випромінювання Сонця забезпечує їй синтез вітаміну D.

Температура – являється одним із найважливіших кліматичних факторів, вона є мірою середньої кінетичної енергії речовини. Існування кожного живого організму можливе лише в межах певної температури (середньої кінетичної енергії середовища): максимальна – оптимальна – мінімальна. За законом Вант Гоффа, при підвищенні температури на 10°C швидкість біохімічних (хімічних) реакцій прискорюється у 2-3 рази. Для значної частини живих організмів оптимальні межі температури для існування, становлять 0-50°C, проте є організми, що можуть жити при більш високих і низьких температурах. Організми, які пристосувались до певних температур, називаються стенотермними (наприклад, теплолюбні коралові поліпи живуть при температурі не нижче 20°C, а деякі холодолюбні лососеві риби – при температурі, близькій до 0°C. В свою чергу організми які адаптувались до значних коливань температури називають евритермними (наприклад, горностай, вовки, азіатська саранча тощо) [2, 3].

Організми які здатні підтримувати постійну температуру тіла незалежно від температури навколишнього середовища називають гоміотермними (наприклад: птахи, більшість ссавців), а ті які не здатні підтримувати температуру тіла, яка може відрізнятись від навколишнього середовища, називають пойкилотермними (наприклад земноводні, риби, безхребетні, плазуни). В свою чергу у рослин і комах протягом певного періоду(осені і зими) підвищується стійкість проти холоду (загартування). Особливу стійкість до несприятливих температур проявили організми, які перебувають в стані анабіозу – стані, при якому різко знижується обмін речовин і відсутні видимі прояви життя (наприклад, дафнії можуть вмерзати в лід і при відтаюванні оживати, а деякі ракоподібні впадають в анабіоз при висиханні боліт). Щоб уникнути перегрівання у рослин відбувається процес транспірації (випаровування крізь пори), а щоб запобігти переохолодженню, квіти багатьох рослин вночі закриваються. Крім того, у багатьох пойкилотермних організмів присутні фізіологічні механізми регуляції температури свого тіла.

Висновки

Світло впливає на фотосинтез, ріст рослин та орієнтацію тварин, а також відіграє критичну роль в енергетичних процесах у природі. Інтенсивність та спектр електромагнітного випромінювання, мають безпосередній вплив на екосистеми. Температура є ще одним істотним фактором, що визначає межі існування живих організмів і їхню здатність адаптуватися до змінних умов середовища. Ці екологічні аспекти, що взаємодіють, підкреслюють складність життя на Землі і необхідність подальших досліджень в галузі екології для збереження біорізноманіття та стійкості екосистем. Проведення подальших наукових досліджень у цих напрямках є критично важливим для розуміння впливу змін клімату та діяльності людини на природні процеси.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сафранов Т.А. Загальна екологія та неоекологія: конспект лекцій. Одеса, Одеський державний екологічний університет. 2021. 195 с.
2. Екологічні фактори та їх вплив на здоров'я людини. <https://nenc.gov.ua/wp-content/uploads/2020/10/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D1%96-%D1%84%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8.pdf>.
3. Волошина Н.О. Загальна екологія та неоекологія: Навчальний посібник. Київ: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2015. 335 с.

Кушнір Дмитро В'ячеславович — студент групи ТЗД-21Б, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: 3ukraina4561@gmail.com

Кватернюк Сергій Михайлович — д.т.н., професор, професор кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kvaternuk@vntu.edu.ua

Гончарук Вадим Станіславович — директор ПП «Інтер-Еко», Вінниця. e-mail: vadym.honcharuk@gmail.com.

Kushnir Dmytro Vyacheslavovich — student of group TZD-21b, Faculty of Civil Engineering, Civil and Ecological Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: 3ukraina4561@gmail.com.

Kvaterniuk Serhii Mykhailovych — D.Sc., Professor, Professor of Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kvaternuk@vntu.edu.ua

Honcharuk Vadym Stanislavovich — director of "Inter-Eko" PE, Vinnytsia, e-mail: vadym.honcharuk@gmail.com

ОЦІНКА СИСТЕМИ ГІДРОЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору

Анотація

В роботі обґрунтовано методологію і методи оцінки гідроекологічної безпеки природно-техногенних екосистем та запропонована модель взаємозв'язку гідроекосистеми і природних ресурсів. Для визначення комплексного критерію гідроекологічної безпеки використовується моделювання природно-технічної системи для формалізації взаємодії техногенних і екологічних процесів.

Ключові слова: моделювання, гідроресурси, екологічна безпека, інтегральна оцінка, картосхема, екосистема.

Abstract

The work substantiates the methodology and methods of assessing the hydro-ecological safety of natural-technological ecosystems and proposes a model of the relationship between the hydro-ecosystem and natural resources. To determine the complex criterion of hydro-ecological safety, modeling of the natural-technical system is used to formalize the interaction of man-made and ecological processes.

Keywords: modeling, water resources, environmental safety, integrated assessment, map scheme, ecosystem.

Вступ

В сучасних умовах інтегральна оцінка еколого-гідрологічних умов та виконання районування території за результатами вивчення окремих компонентів геологічного середовища є актуальною і досить складною задачею. Цільове призначення таких робіт - виявлення, картування та прогнозна оцінка закономірностей і динаміки негативних змін геологічного середовища (ГС) та його основних параметрів (геохімічних, гідрогеологічних, інженерно-геологічних), які безпосередньо чи опосередковано впливають на екологічний стан територій, регіонів, держави в цілому, а також підготовка картографічної основи для планування і проведення моніторингу природного середовища.

Результати дослідження

Природно-техногенна геосистема “Каховська ГЕС – Запорізька АЕС” є однією з найкрупніших і небезпечних внаслідок розвитку великого підпору р. Дніпро при будівництві найбільшого в Україні Каховського водосховища [1]. До складу гідровузла входять: земляна руслова гребля, бетонна водозливна гребля, будівля гідроелектростанції, шлюз та земельна гребля лівого берега. Довжина напірного фронту гідровузла 3650 метрів. Об'єм утвореного водосховища складає 18,2 куб. км, довжина – 230 км, ширина – 25 км, загальна площа водосховища – 2155 кв. км, підпір 16 м. Для визначення місця будівництва були проведені комплексні проектно-пошукові роботи в пониззі Дніпра. За цей час було пробито 30 тисяч свердловин, 120 штолень, 20 глибинних шахт, виконано значну роботу по визначенню об'єма фільтрації води із водосховища та розміру зони підпорного впливу на ґрунтові і артезіанські водоносні горизонти. Середні величини підпорного впливу на підвищення рівнів підземних вод на правому і лівому берегах за прогнозними оцінками сягали 35-50 км і більше (до 130 км у напрямку вододілу). Таким чином, площа підпорного впливу Каховського водосховища на рівні підземних вод та активізацію підтоплення земель за умови досягнення узбережжя оз. Сиваша перевищувала 20000 кв.км. без врахування фільтраційних втрат в обхід споруд гідровузла, розвитку зрошувальних систем та втрат із водонесучих та водовідвідних

систем. Значною мірою це було обумовлено розвитком шарів проникних порід у північному борті Причорноморського артезіанського басейну (між Дніпровською ГЕС та оз. Сиваш [2]).

Вперше в світовій гідробудівничій практиці за розрахунками проектних організацій було побудовано унікальну земляну греблю із дуже пологими відкосами та тому розсереджену на великій товщі нестійких пливунів (до 20-25м).

Одними з головних проблемних питань оцінки еколого-геологічного стану ГС є вивчення стану підземних вод і проблем, що з цим пов'язані. Серед загального складного комплексу робіт великого значення набуває оцінка захисних властивостей зони аерації. Зона аерації служить природним захистом підземних вод від забруднення у природних і екстремальних умовах. Її характеристики визначають час проникнення забруднення у першій від поверхні водоносний горизонт, у її межах здійснюються процеси сорбції та іонний обмін [3].

Оцінка природних захисних властивостей порід зони аерації виконана із застосуванням ГС. Основними природними показниками, на яких ґрунтуються оцінки з визначення часу надходження забруднюючих речовин з поверхні землі до ґрунтових вод, стали її потужність і літологічний склад порід зони аерації.

Дослідження об'єктів критичної інфраструктури гідроресурсів набуває особливої уваги в час російської агресії. Геотехнічні умови будівництва і експлуатації об'єктів критичної інфраструктури у зоні підпорного впливу Каховської ГЕС, як найбільшого на Дніпрі водосховища, а потім і з системою зрошувальних каналів, призвели в останні півсторіччя до стабільного розширення площ підтоплення земель (35000-50000 га щорічно) і зростаючого ускладнення умов експлуатації.

За умов зростання негативного впливу глобальних змін клімату (потепління, збільшення кількості та нерівномірності опадів, ризику повеней), а також зарегулювання до 60-70% стоку малих і середніх річок у басейні Дніпра (до 11-12тис. ставків і водосховищ) варто очікувати активізації вищезазначених небезпечних екзогенних геологічних процесів, як при аварійному зниженні рівня Каховського водосховища так і формуванні зони стоку у його чашу зі зниженням рівнів ґрунтових і напірних підземних вод. Вибухове руйнування машзалу Каховської ГЕС призвело до розвитку низки відносно швидкоплинних короткострокових (6-10 діб) та довгострокових переважно незворотних еколого-техногенних небезпек функціонування об'єктів критичної інфраструктури. Формування розсереджених ділянок затоплення на площі понад 2500 км² урбанізованих територій до висоти малоповерхової забудови (середній рівень затоплення перевищує 5 м), виведення з ладу великої кількості об'єктів критичної інфраструктури (систем водо-теплопостачання та водовідведення, лікувальних закладів, житлових будівель та ін.), нагальна евакуація населення, ускладнена військовими діями та перманентними обстрілами; втрата джерел поверхневого водопостачання для понад 10 млн людей: локальних (криниць, свердловин, затоплених забрудненими водами) та централізованих, включаючи Північно-Кримський канал.

Природно-техногенна гідроекосистема керується за рахунок запасу та обміну інформацією, яка надходить від екологічного моніторингу. Стосовно саме таких систем може бути сформульований принцип техногенної екологічної безпеки - стан, при якому забезпечується стійка взаємодія людини і природи. На нашу думку техногенна екологічна безпека використання гідроресурсів і гідроекосистем в цілому повинна базуватись на гідроекосистемній концепції збалансованого природокористування, а саме:

1. довіллю притаманна гідроекосистемна ієрархія;
2. гідроекосистеми є частиною гідроекологічного середовища;
3. гідроекосистеми характеризуються "організаційністю";
4. в межах гідроекосистем нерозривно взаємопов'язані природні умови та господарська діяльність;
5. гідроекосистеми - оптимальні територіальні одиниці моніторингу природного середовища;
6. використання картографічного та імітаційного математичного моделювання гідроекосистем - основа прогнозування та оптимізації стану гідроекосистем.

Висновки

Алгоритм аналізу та моделювання екстремальних паводків включає: побудову серії гідрографів найбільших паводків і графіків характерних рівнів води, оцінку особливостей проходження паводків,

формування бази даних про морфометрію русла і стан протипаводкових об'єктів, створення гідрологічно коректної цифрової моделі рельєфу, оглядової ГС-моделі, яка визначає межі зон ризику підтоплення при заданих рівнях води, побудову детальніших (великомасштабних) моделей ризику затоплення паводками для ключових ділянок річкової долини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Адаменко О.М., Міщенко Л.В. Екологічний аудит територій: Підручник / О.М. Адаменко, Л.В. Міщенко. – Івано-Франківськ: ФАКЕЛ, 2000. – 241с
2. Монографія Трофимчук О.М., Адаменко О.М., Триснюк В.М. Геоінформаційні технології захисту довкілля природно-заповідного фонду / Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України; Івано-Франківський нац. тех. ун-т нафти і газу. - Івано-Франківськ : Супрун В.П., 2021. – 343 с. // ISBN 978-617-7468-53-9. [10.3997/2214-4609.201902083](https://doi.org/10.3997/2214-4609.201902083)
3. Архипова Л.М. Методи оцінки екологічної небезпеки природно-технічних систем в районах нафтогазовидобутку / Л.М.Архипова // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. - №3(29), 2011. - С. 29-33.

Трофимчук Олександр Миколайович – чл.-кор. НАНУ, доктор технічних наук, професор, директор Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАНУ, trysnyuk@ukr.net

Триснюк Василь Миколайович - доктор технічних наук, професор, завідувач відділу досліджень навколишнього середовища Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАНУ, trysnyuk@ukr.net

Trysnyuk Vasyl M. - Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Environmental Research Department, Institute of Telecommunications and Global Information Space of the National Academy of Sciences, trysnyuk@ukr.net

Trofymchuk Oleksandr M. Corresponding member of NANU, doctor of technical sciences, professor Institute of telecommunication and global information space of National academy of science of Ukraine

В. О. Шумейко
Т. В. Триснюк
Т. В. Волинець
В. М. Марущак
В. А. Дзюба

ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ТРАНСКОРДОННИХ ВПЛИВІВ

Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору

Анотація

В роботі розглянуто базові засади створення інформаційної технології підтримки прийняття рішень при виникненні складної екологічної ситуації на глибоководному суднохідному каналі р. Дунай – Чорне море на українській ділянці транскордонного характеру. Проведено аналіз джерел та потоків екологічної інформації, яка використовується в процесі прийняття рішень при організації взаємодії та ліквідації наслідків виникнення складної екологічної ситуації.

Ключові слова: моделювання, гідроресурси, екологічна безпека, інтегральна оцінка, картосхема, екосистема.

Abstract

The paper examines the basic principles of creating information technology to support decision-making in the event of a complex environmental situation on the deep-sea navigable channel of the Danube River - the Black Sea on the Ukrainian section of a transboundary nature. An analysis of the sources and flows of environmental information, which is used in the decision-making process when organizing interaction and eliminating the consequences of a complex environmental situation, was carried out.

Keywords: modeling, water resources, environmental safety, integrated assessment, map scheme, ecosystem.

Вступ

Базою для вирішення задачі моніторингу стану навколишнього середовища є концептуальна модель, яка формалізує відношення між джерелами даних, методами та засобами збору даних та показниками стану навколишнього середовища. Оцінка загального стану екологічної безпеки визначається на основі певних показників, які входять до складу моделі оцінювання. Аналіз стану досліджень показав, що питання, які пов'язані з вивченням особливостей та закономірностей організації процесів підтримки прийняття рішень при виникненні складної екологічної ситуації техногенного характеру на основі використання сучасних інформаційних технологій, все ще залишаються маловивченими.

Результати дослідження

Мета роботи пов'язана з вирішенням науково-практичного завдання щодо підвищення ефективності інформаційно-аналітичних систем підтримки прийняття рішень під час виникнення надзвичайних ситуацій транскордонного характеру шляхом зниження часу обробки моніторингових даних та підвищення здатності інформаційних підсистем і компонентів до взаємодії для забезпечення єдиної інформаційної інфраструктури Розглянемо, який математичний апарат використовується для обробки даних з метою реалізації функцій управління в системах екологічної

безпеки. Основою більшості інформаційних систем є облік статистичних даних [1]. Попередній аналіз даних передбачає оцінку показників центру розподілу, варіації, форми розподілу. До статистичних методів обробки інформації належать такі види аналізу, як: дисперсійний, факторний, кластерний, регресійний, кореляційний.

Постає задача створення інформаційної технології моніторингу та оперативної координації при надзвичайних ситуаціях транскордонного характеру шляхом розробки комплексу моделей збору та ідентифікації інформації для підтримки прийняття рішень в умовах неповної інформації в режимі реального часу. Система, яка здатна виконувати завдання моніторингу стану навколишнього середовища повинна мати відповідне програмне, апаратне та інформаційне забезпечення. Існує глобальна проблема контролювання показників навколишнього середовища на трансграничних територіях, адже забезпечення повної інформації та чіткого плану координації дій у разі виникнення надзвичайної ситуації є неможливим.

Для оцінки викидів та ідентифікації найбільш шкідливих речовин зроблено акцент на збір даних з використанням електронних вимірювальних пристроїв дистанційного спостереження в режимі реального часу. На місцях роботи служб з ліквідування надзвичайних ситуацій використовуються різноманітні персональні пристрої, які збирають актуальну інформацію про поточний стан навколишнього середовища. Зібрана інформація повинна бути швидко та безперервно передана в командні центри для координації діяльності та забезпечення комунікації між різними географічно відокремленими підрозділами.

При розробці ІАС можна виділити наступні узагальнені етапи процесу прийняття рішень :

- 1) оцінка інформаційного забезпечення для ідентифікації стану об'єкта;
- 2) діагностика ситуації прийняття рішень і визначення цілей;
- 3) планування дій;
- 4) формування варіантів рішень.

На практиці часто постає завдання комплексного моніторингу стану навколишнього середовища для правильного визначення ситуації та прийняття вірних рішень [2]. В цьому випадку необхідно одночасно слідкувати за усіма показниками стану навколишнього середовища. Система, яка б могла виконувати таке завдання, повинна мати відповідне програмне, апаратне та інформаційне забезпечення. Існує глобальна проблема моніторингу стану навколишнього середовища на транскордонних територіях, зокрема глибоководному суднохідному каналі р. Дунай – Чорне море на українській ділянці адже забезпечення повної інформації та чіткого плану координації дій у разі виникнення надзвичайної ситуації є неможливим [3]. Для оцінки викидів та ідентифікації найбільш шкідливих речовин використовуються різноманітні прибори збору та обліку даних. На місцях роботи служб з ліквідування надзвичайних ситуацій використовуються різноманітні персональні прибори, які збирають актуальну інформацію про поточний стан навколишнього середовища. Зібрана інформація повинна бути швидко та безперервно передана в командні центри для координації діяльності та забезпечення спілкування між різними географічно відокремленими місцями.

Зазвичай на будь-якій території вже є ряд мереж спостережень, що належать різним службам, але вони роз'єднані, не скоординовані в хронологічному, параметричному та інших аспектах. Тому завдання підготовки оцінок, прогнозів, критеріїв альтернатив вибору управлінських рішень на базі наявних в регіоні відомчих даних стає, в загальному випадку, невизначеним.

Розрізняються такі підсистеми збору даних про стан навколишнього середовища [3]:

геофізичний моніторинг (аналіз даних забруднення атмосфери, досліджує метеорологічні та гідрологічні дані середовища, а також вивчає елементи неживої складової біосфери, в тому числі і об'єктів, створених людиною);

кліматичний моніторинг (служба контролю і прогнозу коливань кліматичної системи. Охоплює ту частину біосфери, яка впливає на формування клімату: атмосферу, океан, крижаний покрив і ін. Кліматичний моніторинг тісно змикається з гідрометеорологічними спостереженнями.);

біологічний моніторинг (заснований на спостереженні за реакцією живих організмів на забруднення навколишнього середовища); моніторинг здоров'я населення (система заходів зі спостереження, аналізу, оцінки і прогнозу стану фізичного здоров'я населення) та ін.

В даний час в програмах моніторингу крім традиційного «ручного» відбору, зроблений упор на збір даних з використанням електронних вимірювальних пристроїв дистанційного спостереження в режимі реального часу.

У інформаційному забезпеченні передбачено на попередніх етапах аналізу рівня екологічної безпеки використовувати геоінформаційну аналітичну систему (ГІС) візуалізації даних медико-екологічного моніторингу України. Підтримка даних медико-екологічного моніторингу в системі реалізується за допомогою комп'ютерних інтелектуальних систем, що складаються з п'яти обов'язкових компонент-блоків: нормативно-довідкова база; бази даних екологічних моніторингових спостережень і показників стану здоров'я населення; засоби просторової візуалізації та ГІС; бібліотеки методів математичної обробки. Система ГІС візуалізації даних медико-екологічного моніторингу дозволяє здійснювати збір, зберігання і багаторівневу обробку інформації про стан територіально-розподілених об'єктів для підтримки прийняття управлінських рішень в області мінімізації екологічного збитку від техногенної діяльності людини.

Висновки

Система, яка здатна виконувати завдання моніторингу стану навколишнього середовища, повинна мати відповідне програмне, апаратне та інформаційне забезпечення. Для оцінки викидів та ідентифікації найбільш шкідливих речовин зроблено акцент на зборі даних з використанням електронних вимірювальних пристроїв дистанційного спостереження в режимі реального часу. Зібрана інформація повинна бути швидко та безперебійно передана в командні центри для координації діяльності та забезпечення комунікації між різними географічно відокремленими підрозділами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Трофимчук О.М., Адаменко О.М., Триснюк В.М. Геоінформаційні технології захисту довкілля природно-заповідного фонду. Монографія. / Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України; Івано-Франківський нац. тех. ун-т нафти і газу. - Івано-Франківськ : Супрун В.П., 2021. – 343 с. ISBN 978-617-7468-53-9. [10.3997/2214-4609.201902083](https://doi.org/10.3997/2214-4609.201902083)
2. Архипова Л.М. Методи оцінки екологічної небезпеки природно-технічних систем в районах нафтогазовидобутку / Л.М.Архипова // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. - №3(29), 2011. - С. 29-33.
3. V. Trysnyuk, T. Trysnyuk, V. Okhariev, V. Shumeiko, A. Nikitin. Cartographic Models of Dniester River Basin Probable Flooding Centrul Universitar Nord Din Bala Mare - UTPRESS ISSN 1582-0548, №1,2018 С.61-67.

Шумейко Віктор Олександрович - кандидат технічних наук, старший науковий дослідник, Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАНУ, shym1983@ukr.net

Триснюк Тарас Васильович - кандидат технічних наук, старший науковий дослідник, Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАНУ, taras24t@gmail.com

Волинець Тарас Васильович - аспірант, Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАНУ, alhimiktv@ukr.net

Марушчак Василь Миколайович - аспірант, Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАНУ

Дзюба Володимир Андрійович - аспірант, Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАНУ

Shumeiko Viktor O. - candidate of technical sciences, senior researcher, Institute of Telecommunications and Global Information Space of NASU, shym1983@ukr.net

Trysnyuk Taras V. - candidate of technical sciences, senior researcher, Institute of Telecommunications and Global Information Space of the National Academy of Sciences, taras24t@gmail.com

Volynets Taras V. - PhD student, Institute of Telecommunications and Global Information Space of NASU, alhimiktv@ukr.net

Marushchak Vasyl M. - PhD student, Institute of Telecommunications and Global Information Space of NASU, alhimiktv@ukr.net

Dzyuba Volodymyr A. PhD student, Institute of Telecommunications and Global Information Space of NASU

КЕРОВАНА КОЕВОЛЮЦІЯ ЛЮДСТВА І БІОСФЕРИ НА ЗАСАДАХ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ЯК СТРАТЕГІЯ ПОДОЛАННЯ ГЛОБАЛЬНОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ КРИЗИ

Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка

Анотація

Керована коеволюційна стратегія на засадах сталого розвитку є теоретико-методологічним обґрунтуванням можливості існування людства в екологічно безпечному світі. Окреслені принципи розвитку основних сфер життя людства ХХІ ст. на засадах коеволюційної стратегії.

Ключові слова: екологічна криза, керована коеволюція людства і біосфери.

Abstract

The controlled co-evolutionary strategy based on sustainable development is a theoretical and methodological justification for the possibility of humanity's existence in an environmentally safe world. The principles of development for key areas of human life in the 21st century are outlined, grounded in the co-evolutionary strategy.

Keywords: ecological crisis, controlled co-evolution of humanity and the biosphere.

З появою сучасної людини 210–200 тис. років тому почався процес соціальної еволюції на планеті, який нині призвів до екологічної кризи – глибокого порушення природної динамічної рівноваги та напруженого стану зв'язків людини та природи, зумовленого невідповідністю виробничих сил і виробничих відносин у суспільстві з ресурсними можливостями біосфери. Криза є оборотним станом системи, в ході якого вона може як повернутися в початковий стан, так і перейти в до іншого.

У сучасній екології часто послуговуються терміном «коеволюція» на позначення спільного розвитку людства і біосфери, який не виводить параметри біосфери зі стану гомеостазу (динамічної рівноваги), зберігає здатність біосфери до самоорганізації й самовідновлення. Інакше кажучи, коеволюція цивілізації й біосфери забезпечує збереження людського роду як біопсихосоціального виду за умов збереження природної глобальної екосистеми – біосфери – в усьому ландшафтному і біологічному різноманітті. Ідея коеволюції зумовлює необхідність перебудови пріоритетів людини, тісної їх узгодженості з можливостями природи.

Коеволюційну проблематику розробляв академік М. Моїсеєв, який сформулював і ввів у науковий обіг поняття «екологічний імператив», позначив «...ту межу допустимої активності людини, яку вона не має права переступати ні за яких обставин». Вчений зазначив: «Вчиняй так, як на твоєму місці могла б вчинити будь-яка інша жива істота (не завдавай шкоди природі). У ставленні до будь-кого, навіть до безвідповідальних і невдячних об'єктів, ніколи не обмежуйся прагматичним підходом, пам'ятай, що будь-яке життя – самоцінне і розвивається за власними внутрішніми закономірностями». Поняття введено за аналогією з Кантовим категоричним імперативом і в юридичному сенсі означає заборону або вимогу дотримуватися правил охорони довкілля, комплексу пріоритетних та обов'язкових до виконання обмежень діяльності людини. Вчений писав: «І я не бачу будь-яких непереборних труднощів у розробленні «кодексу взаємин виду *Homo sapiens* із рештою частиною планетарного біоценозу», точніше системи заборон, що спрямовують людську активність у певне русло» [4, с. 132]. На цій основі автор сформулював стратегію керованого коеволюційного виживання людства ХХІ ст.

За останні десятиліття евристичні можливості концепції керованої коеволюції знайшли своє відображення у дослідженнях вітчизняних філософів і методологів екології (М. Голубець, Т. Гардашук, Д. Гродзинський, М. Кисельов, В. Крисаченко, К. Корсак, С. Рудишин, В. Шестопалов та ін.) [2-12].

Керовану коеволюційну стратегію на засадах сталого розвитку можна вважати теоретико-методологічним обґрунтуванням можливості існування людства в екологічно безпечному світі, оскільки стратегія формулює нові принципи розвитку основних сфер життя людства XXI ст., а саме (В. Шестоपालов; С. Рудишин) [6, 7, 12] :

- екологізація економіки, виробництва, політичного й управлінського життя. Наприклад, Африканським союзом розроблено і реалізовується проєкт «Велика зелена стіна» / Great Green Wall. Проєкт спрямований на боротьбу з опустелюванням – створення смуги деревної рослинності, здатної стримати розширення Сахари, що покращить мікроклімат регіону. Смуга від Сенегалу до Джибуті (тобто, від Атлантики до Червоного моря довжиною 7775 км; шириною 15 км). У проєкті беруть участь 11 африканських держав; завершення 2030 рік.

- збереження біотичного і ландшафтного різноманіття;
- суттєве розширення площ лісів, скорочення орних земель шляхом впровадження ефективних агротехнологій, нових сортів високопродуктивних рослин і тварин, розроблення автотрофного способу споживання;

- створення кращих умов для подальшого пріоритетного прискорення розвитку і максимально широкого впровадження технологій, здатних мінімізувати негативний багатосторонній техногенний вплив на довкілля. Зокрема, у 2023 році на Житомирщині запрацював перший сміттєпереробний завод в Україні. Його проєктна потужність – 85 тис. тонн відходів на рік. На підприємстві відбувається сортування сміття, відходи не будуть спалюватись. Глибина перероблювання – 85-95%: на виході завод отримує вторинну сировину, альтернативне RDF-паливо (Refuse-derived fuel – пластик, картон, гофровані матеріали) для цементних заводів і компост з органічної фракції;

- поступовий перехід від оцінювання впливу людини на навколишнє природне середовище і мінімізації її негативного впливу до обов'язкового покращення екологічного стану техногенно зміненої території засобами екологічно обґрунтованої реабілітації;

- організація, комплектування й розвиток природничих і гуманітарних наук на основі активного пізнання законів взаємодії біосфери і людини, постійної екологізації гуманітарних наук;

- виховання екологічно моральної, освіченої і відповідальної людини, здатної творчо змінити прагматичну шкалу цінностей сучасного життя на природовідповідну, адекватну потребам виживання і подальшого ефективного розвитку;

- введення економічних важелів для поступового розвитку системи менеджменту на засадах сталого розвитку з метою комплексного переходу всіх ланок життя на екологічні засади.

Реалізація вказаних та інших принципів потребує екологічних знань для ефективної координації і управління процесом екологізації життя у нашому спільному домі – біосфері. Доказова наукова база екологічних розрахунків і прогнозів ґрунтується на таких міркуваннях: біосфера негентропійна і здатна до самоорганізації; основними ознаками біосфери з позицій синергетики є неможливість установлення людством жорсткого контролю за системою та нав'язування їй шляхів розвитку і наявність систем, що самоорганізуються.

Здійснити наукове прогнозування регуляторних можливостей біосфери у підтримуванні власного гомеостазу можна за допомогою таких розрахунків:

1. Вік «зрілої» біосфери – приблизно 200 млн років, хоча феномен життя існує на Землі майже 3,8 млрд років; рослини вийшли на суходіл 500 млн років, що поклало початок утворенню покладів вугілля зокрема.

2. Вік цивілізації – у межах 10 тис. років (Вавилон, Трипілля). Отже, за один рік людство використовує речовину, енергію та генетичну інформацію, яку біосфера накопичила за 20 тис. років. Якщо враховувати надінтенсивний техногенез упродовж останніх 200 років, то за один рік людство спалює, знищує, необоротно трансформує і забруднює стільки, скільки жива речовина створила майже за 1 млн років. Такий шалений темп буде збільшуватися, оскільки населення планети у 2025 р. передбачається на рівні 8,5–9 млрд.

Будівництво майбутнього цивілізації за рахунок традиційних способів отримання продуктів харчування з суходолу та водних ресурсів викликає сумнів, оскільки споживчий кошик планети термодинамічно розрахований природою на один мільярд людей, що узагальнено в документах Міжнародної конференції ООН з проблем довкілля (Ріо-де-Жанейро, 1992). У майбутньому тваринництво і рибальство не зможуть повністю забезпечити людство їжею (насамперед, білком) з об'єктивних причин: існує екологічне правило Ліндемана (тільки 10% енергії переходить з одного

рівня трофічної піраміди на вищий, що є наслідком другого закону термодинаміки); площа океану майже у 2,5 раза більша за площу суші, проте морські екосистеми фіксують сумарну сонячну енергію удвічі менш ефективно, ніж суходіл.

Людство має перейти до автотрофності – безпосереднього синтезу їжі без посередництва організованих істот та змінити не лише форму харчування, а й джерела енергії [1]. Нині це харчування на основі синтезу симбіотичних бактерій. мікроклональне вирощування рослин в умовах *in vitro*, адаптованих до несприятливих умов середовища рослин, одержання з них калорійних, з високим вмістом протеїну продуктів. Та головне – людина приречена спускатися вниз харчовим ланцюгом, зокрема до споживання білків сої, а не втрачати 90% енергії їжі на годівлю тварин.

Кожне з викладених положень потребує критичного аналізу, наукового обґрунтування і конкретизації. Але головна ідея – поступове досягнення дедалі гармонійнішого керованого узгодженого розвитку людини й біосфери, де людині належить активна природовідповідна роль.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вернадский В. И. Автотрофность человечества. Химия и жизнь. 1970. № 8. С. 7–22, 72–74.
2. Гардашук Т.В. Сучасний екологізм: теоретичні засади та практичні імплікації: дис. ... д-ра філософ. наук : 09.00.09 / Ін-т філософії ім. Г.С. Сковороди НАН України. К., 2006. 360 с.
3. Коренева І. М. Система підготовки майбутніх учителів біології до реалізації функцій освіти для сталого розвитку : монографія. Суми, Вінниченко М.Д. 2019. 526 с.
4. Моисеев Н.Н. Нравственность и феномен эволюции. Экологический императив и этика XXI в.. Общественные науки и современность. 1994. № 6. С. 131–139.
5. Моисеев Н.Н. Козволюция природы и общества. Пути ноосферогенеза. Экология и жизнь, 1997, № 2–3. С. 3–15
6. Рудишин С. Д. Біогеохімія з основами екології. С.Д. Рудишин. Дніпро: Середняк Т. К., 2023. 320 с.
7. Рудишин С.Д. Основи біогеохімії : навч. посібник [для студ. вищ. навч. закл.] К. : ВЦ «Академія», 2013. 248 с.
8. Рудишин Сергій, Хроленко Марина. Можливості біосфери і сталий розвиток суспільства : проблеми і перспективи коеволюції. Біологія і хімія в рідній школі. 2014. № 2. С. 12–16.
9. Рудишин С.Д. Сталий розвиток з позицій коеволюції. Журнал агробіології та екології. 2018. Т. 5. № 1. С. 43–48.
10. Рудишин С. Д., Коренева І.М., Самілик В.І. Екологічна компетентність як загальна компетентність вчителів природничих дисциплін. Український педагогічний журнал. 2016. № 3. С. 74–83.
11. Рудишин С. Д., Коренева І. М., Самілик В.І. Здатність розуміти та реалізувати стратегію сталого розвитку суспільства у процесі професійної діяльності – необхідна компетентність майбутніх педагогів. VII-й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology – 2019) : збірник наукових праць, (м. Вінниця, 25-27 вересня 2019 р.). Вінниця: ВНТУ, 2019. С. 188.
12. Шестопалов В. Керована коеволюція як стратегія подолання глобальної екологічної кризи. Вісн. НАН України, 2008. № 5. С. 3–9.

Рудишин Сергій Дмитрович – доктор педагогічних наук, кандидат біологічних наук, професор, професор кафедри теорії і методики викладання природничих дисциплін Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка, м. Глухів, Сумська обл., e-mail: rud-sd@ukr.net

Коренева Інна Миколаївна – доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри теорії і методики викладання природничих дисциплін Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка, м. Глухів, Сумська обл., e-mail: i.koreneva74@gmail.com

Самілик Валентина Іванівна, кандидат педагогічних наук, старший викладач кафедри теорії і методики викладання природничих дисциплін Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка, м. Глухів, Сумська обл., e-mail: samilykvalentina@gmail.com

Rudyshyn D. Serhii – Doctor of Pedagogical Sciences, Candidate of Biological Sciences, Professor, Professor of the Department of Theory and Methods of Teaching Natural Sciences at Oleksandr Dovzhenko Hlukhiv National Pedagogical University, Hlukhiv, Sumy Oblast, e-mail: rud-sd@ukr.net

Koreneva M. Inna – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of the Department of Theory and Methods of Teaching Natural Sciences at Oleksandr Dovzhenko Hlukhiv National Pedagogical University, Hlukhiv, Sumy Oblast, e-mail: i.koreneva74@gmail.com

Samilyk I. Valentyna – Candidate of Pedagogical Sciences, Senior Lecturer at the Department of Theory and Methods of Teaching Natural Sciences at Oleksandr Dovzhenko Hlukhiv National Pedagogical University, Hlukhiv, Sumy Oblast, e-mail: samilykvalentina@gmail.com

ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ РОЗВИТКУ ТУРИЗМУ В ІВАНО- ФРАНКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Анотація

Дослідження присвячене аналізу впливу російсько-української війни на туристичну сферу Івано-Франківської області, а також визначенню викликів та перспектив забезпечення екологічної безпеки в умовах інтенсивного розвитку внутрішнього туризму. Війна спричинила суттєві втрати у туристичному секторі України, зокрема, у центральних, східних та південних регіонах, що призвело до зупинення традиційного розвитку внутрішнього туризму та зростання популярності Західної України, зокрема Івано-Франківщини. Зростання кількості туристів у регіоні, з одного боку, сприяє економічному розвитку, а з іншого — створює значні екологічні виклики. У роботі розглядаються проблеми забруднення довкілля, зокрема водних ресурсів, які виникають у зв'язку з неконтрольованим зростанням туристичної активності. Запропоновано комплекс заходів, спрямованих на покращення екологічного стану регіону через впровадження ефективної регіональної екополітики.

Ключові слова: екологічна безпека, туризм, Івано-Франківська область, російсько-українська війна, забруднення довкілля, регіональна екополітика, внутрішній туризм, сталий розвиток, екологічний менеджмент.

Abstract

The study is devoted to the analysis of the impact of the Russian-Ukrainian war on the tourism sphere of the Ivano-Frankivsk region, as well as to the determination of challenges and prospects for ensuring environmental safety in the conditions of intensive development of domestic tourism. The war caused significant losses in the tourism sector of Ukraine, in particular, in the central, eastern and southern regions, which led to the stoppage of the traditional development of domestic tourism and the rise in popularity of Western Ukraine, in particular Ivano-Frankivsk region. The increase in the number of tourists in the region, on the one hand, contributes to economic development, and on the other hand, creates significant environmental challenges. The work considers the problems of environmental pollution, in particular water resources, which arise in connection with the uncontrolled growth of tourist activity. A set of measures aimed at improving the ecological condition of the region through the implementation of an effective regional ecopolitics is proposed.

Keywords: environmental safety, tourism, Ivano-Frankivsk region, Russian-Ukrainian war, environmental pollution, regional ecopolitics, domestic tourism, sustainable development, environmental management.

Російсько-українська війна завдала туристичній сфері нашої країни значних втрат, що проявилися у повному, або частковому припиненні туристичної діяльності в центральних, східних та південних регіонах України. Війна не лише зупинила традиційний розвиток внутрішнього туризму, але й призвела до багатомільйонної внутрішньої міграції населення, де багато громадян були змушені покинути свої домівки в пошуках безпеки.

З 24 лютого 2022 року триває повномасштабна російська збройна агресія в Україні, наслідки якої вимірюються не лише колосальними людськими втратами, але й масштабним економічним спадом, що зачепив і туристичний сектор. Війна також завдала значних збитків екології України, зокрема забрудненням повітря, ґрунтів та водних ресурсів унаслідок військових дій, що створило додаткові виклики для збереження природних ресурсів, особливо у контексті розвитку туризму. Масштаби втрат у туризмі та екології складно підрахувати, адже значна частина території країни досі перебуває під окупацією, де продовжуються активні бойові дії.

Однак, на фоні загального спаду, Івано-Франківська область стала одним із лідерів внутрішнього туризму, зокрема, кількість відвідувачів області у 2023 році сягнула 2,4 мільйона осіб, що перевищує показники попередніх років, навіть враховуючи складні умови, пов'язані з повномасштабним вторгненням [1].

Заборона на виїзд чоловіків під час воєнного стану та неможливість повноцінного розвитку туризму на інших територіях країни призвели до зростання популярності Івано-Франківщини як туристичного напрямку. Природні багатства, культурна спадщина та відносно безпечніше середовище в умовах війни сприяли активному розвитку регіонального туризму, що, незважаючи на виклики, демонструє потенціал для подальшого зростання.

Важливим показником розвитку туристичної діяльності в Івано-Франківській області є економічна вигода, що відображається у значних надходженнях до місцевих бюджетів. Зокрема, Поляницька громада вперше збирила понад 10 мільйонів гривень туристичного збору, Ворохтянська громада досягла свого першого мільйона, а Верховинська громада повернулася до п'ятірки лідерів за обсягом збору [2].

Проте, незважаючи на економічні вигоди, неконтрольована туристична діяльність спричиняє негативні наслідки для екології регіону. Зростання кількості відвідувачів призводить до перевантаження природних ресурсів, забруднення довкілля та деградації унікальних екосистем.

Забруднення довкілля, викликане інтенсивним розвитком туризму, стає серйозною екологічною проблемою для регіону. Збільшення кількості туристів призводить до значного зростання обсягів твердих побутових відходів, які часто не підлягають належній утилізації через відсутність відповідної інфраструктури або недостатню кількість сміттєпереробних заводів. Пластикові пляшки, упаковки, та інші відходи можуть потрапляти у природні середовища, завдаючи шкоди флорі та фауні, а також створюючи естетичні та санітарні проблеми.

Зокрема, в одному з найпопулярніших кліматичних курортів Яремчі, де зосереджена велика кількість туристів, проблема забруднення довкілля стає особливо гострою. У центральній частині міста поблизу сувенірного ринку, зафіксовано стихійні сміттєзвалища, які є наслідком недосконалої системи збору та утилізації відходів. Збільшення туристичних потоків призводить до значного зростання обсягів сміття, що залишаються після відвідувачів (рис.1, рис.2).



Рис.1. Забруднення поблизу водоспаду в центрі Яремчі, серпень 2024 року



Рис.2. Стихійне сміттєзвалище поблизу сувенірного ринку в Яремчі, серпень 2024 року

Як бачимо, недостатня кількість сміттєвих баків, нерегулярне вивезення сміття, а також низька екологічна культура туристів сприяють утворенню таких забруднень. Особливо небезпечною ситуація стає в контексті впливу на водні ресурси: сміття, потрапляючи у водні артерії, завдає шкоди природним екосистемам. Таким чином, туристична діяльність без належного екологічного контролю стає серйозним джерелом загроз для довкілля Яремчі та прилеглих територій, що вимагає негайних заходів щодо покращення ситуації.

Додатковим викликом стає забруднення водних ресурсів, яке відбувається через скиди відходів у річки та озера, а також через несанкціоноване використання хімічних речовин, наприклад, миючих засобів, на територіях, що межують з водними об'єктами. Забруднена вода втрачає свою якість, що негативно впливає на екосистеми та може становити загрозу для здоров'я місцевих жителів і туристів.

Зокрема, на території Яремче, можна спостерігати значні прояви забруднення водних ресурсів. На рис.3. видно сліди пінистих речовин, що є ознакою хімічного або органічного забруднення.



Рис.3. Забруднення водних ресурсів у річці Прут на території Яремче, серпень 2024 року.

Такий стан води викликає серйозні занепокоєння, адже річка не лише є природною цінністю регіону, але й слугує місцем відпочинку для численних туристів. Поширення хімічних забруднень у водних ресурсах несе загрозу для біорізноманіття, включаючи риб та інші водні організми, які є важливою складовою природного середовища Карпатського регіону. Вважаємо, що необхідно вживати заходів для покращення екологічного моніторингу та впровадження ефективних методів очищення води, щоб забезпечити збереження природних багатств Яремче та підтримати розвиток сталого туризму в регіоні.

Для вирішення проблем, пов'язаних з екологічними викликами, важливо розробити та впровадити комплексну регіональну екополітику. Вона має базуватися на ключових напрямках, що дозволять збалансувати розвиток туризму з охороною навколишнього середовища.

Перш за все, необхідно впровадити систему екологічного менеджменту в туристичній діяльності, що допоможе не тільки зменшити негативний вплив на довкілля, а й оптимізувати використання природних ресурсів. Важливо, щоб управління туристичними об'єктами та територіями велося з урахуванням екологічних стандартів, що підвищить ефективність управлінських рішень.

Також варто розвивати інфраструктуру для сталого туризму. Мова йде про створення екологічно безпечних об'єктів, таких як системи збору та утилізації відходів, впровадження альтернативних джерел енергії, організація екологічно чистого транспорту. На нашу думку, це зменшить вплив туризму на природу та сприятиме збереженню унікальних природних ландшафтів.

Не можна залишати поза увагою екологічну освіту та просвіту. Підвищення екологічної свідомості місцевих жителів і туристів має стати одним із пріоритетних завдань. Програми екологічної освіти, інформаційні кампанії, залучення людей до природоохоронної діяльності допоможуть сформувати відповідальне ставлення до природи.

Значну роль відіграє й міжнародне співробітництво. Інтеграція регіональної екополітики Івано-Франківської області з європейськими стандартами та програмами співпраці дозволить не тільки обмінюватися досвідом, а й впроваджувати інноваційні рішення у сфері захисту довкілля, що стане важливим кроком на шляху до сталого розвитку регіону.

Таким чином, забезпечення екологічної безпеки туристичної діяльності в Івано-Франківській області вимагає всебічного підходу, що включає розробку та впровадження комплексної регіональної екополітики. Ключові напрями, такі як впровадження системи екологічного менеджменту, розвиток сталої інфраструктури, підвищення рівня екологічної освіти та активне міжнародне співробітництво, є основою для досягнення збалансованого розвитку туризму в регіоні. Завдяки цим заходам можливо знизити негативний вплив туристичної діяльності на довкілля, забезпечити збереження унікальних природних ресурсів Карпатського регіону та підвищити його туристичну привабливість і конкурентоспроможність на довгострокову перспективу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Івано-Франківськ підбив підсумки розвитку туризму в області у 2023 році – Visicom API [Електронний ресурс] // Visicom API. – Режим доступу: <https://api.visicom.ua/uk/posts/fran234> (дата звернення: 02.09.2024)..
2. Відомо, який туристичний збір Івано-Франківської області за 11 місяців 2023 року [Електронний ресурс] // Агенція новин Фіртка. – Режим доступу: <https://firtka.if.ua/blog/view/vidomo-iaonii-turistichnii-zbir-ivano-frankivskoyi-oblasti-za-11-misiatsiv-2023-roku> (дата звернення: 02.09.2024).

Смик Ірина Євгенівна – аспірантка кафедри екології Івано-Франківського національного технічного університету нафти і гагу, м. Івано-Франківськ, e-mail: iryana.smyk-a10122@nung.edu.ua

Архипова Людмила Миколаївна – д.т.н., проф. кафедри екології Івано-Франківського національного технічного університету нафти і гагу, м. Івано-Франківськ.

Iryna Ye. Smyk – postgraduate of the Department of Ecology, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, e-mail: iryana.smyk-a10122@nung.edu.ua

Lyudmyla M. Arkhylova – Ph.D. (Doctor of Technical Sciences), professor of the Department of Ecology, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk.

ВПЛИВ СЕЛЕНУ НА ЯКІСТЬ ЖИТТЯ ЛЮДИНИ

¹Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова

²Вінницький національний технічний університет

Анотація

Селен відноситься до незамінних мікроелементів організму, який суттєво впливає на якість життя людини. Він є антиоксидантом, зміцнює імунітет, поліпшує роботу всіх органів і систем організму, але у надмірних кількостях виявляє токсичну дію. Основним джерелом надходження Селену в організм людини є харчові продукти. Селен захищає організм людини від токсичної дії важких металів.

Ключові слова: життя, людина, навколишнє середовище, здоров'я, селен, наноселен.

Abstract

Selenium belongs to the irreplaceable trace elements of the body, which significantly affects the quality of human life. It is an antioxidant, strengthens immunity, improves the functioning of all organs and systems of the body, but in excessive amounts it has a toxic effect. The main source of selenium in the human body is food. Selenium protects the human body from the toxic effect of heavy metals.

Keywords: life, man, environment, health, selenium, nanoselenium.

Вступ

Людина вийшла з природи і може існувати тільки в певному природному середовищі, певному відношенні до цього середовища. У зв'язку з цим, постійною є потреба людей в різних поживних і біологічно-активних речовинах. Відомо, що надлишок чи недостатня кількість окремих хімічних елементів в організмі людини може призвести до виникнення різних патологічних станів. В останні роки зросла увага вчених до Селену, як мікроелемента, який володіє антиоксидантними, радіопротекторними властивостями, підвищує імунітет, суттєво впливає на роботу ендокринної системи, збільшує еластичність тканин та надходження кисню до серцевого м'яза, сповільнює процеси старіння. Вчені виявили, що дефіцит Селену в організмі людини викликає порушення обміну речовин, дисфункцію роботи щитовидної залози, серцево-судинні та пухлинні захворювання. Але надлишок Селену призводить до підвищеної втоми, випадіння волосся та розхитування зубів [1-5].

Селен відноситься до незамінних мікроелементів, надходження якого в організм людини з харчовими продуктами є необхідною умовою забезпечення здоров'я людини. Потенційним джерелом Селену, що має низьку токсичність, є наноселен. Тому, дослідження ролі Селену в організмі людини, вивчення шляхів надходження та розробка нових селеновмісних фармацевтичних препаратів є актуальним завданням в наш час [6-10].

Результати дослідження

Відомо, що найхарактернішими рисами життя є обмін речовин, самооновлення, самовідтворення. У найзагальнішому вигляді життєдіяльність людини виступає як процес, зміст якого – неперервний обмін речовин між організмом та навколишнім середовищем, процеси відображення і саморегуляції, спрямовані на самозбереження і відтворення організму. Обмінюючись енергією з навколишнім середовищем, організм людини поновлює свою структуру і функції, а також клітинну будову тканин. Інтегральним показником якості життя людини є здоров'я, як стан повного фізичного, психічного і соціального благополуччя.

Встановлено, що до погіршення якості життя людини, виникнення різних патологічних станів призводить надлишок чи недостатня кількість окремих хімічних елементів та їх сполук в організмі. Серед таких елементів особливу увагу вчених привертає Селен. На даний момент добре вивчені прояви дефіциту Селену в організмі людини. Так, збільшилась кількість випадків кешанської хвороби, пов'язаної з низьким рівнем Селену у зернових культурах і в зразках людської крові, волосся і тканин.

Викликає занепокоєння хвороба Кашена-Бека, яка характеризується збільшенням і деформацією суглобів [2-6]. Результати епідеміологічних досліджень свідчать, що дефіцит Селену може охопити до одного мільярда людей у багатьох країнах світу; в Україні 80% населення мають дефіцит Селену. Нестача Селену в організмі проявляється так: слабкість м'язів, хронічна втома, випадіння волосся, безпліддя, зниження імунітету, погіршення настрою, серцево-судинними захворюваннями. Наукові спостереження виявили, що Селен є есенціальним елементом і з його дефіцитом пов'язані 75 різних нозологічних форм, що включають порушення обміну речовин, дисфункцію щитовидної залози, серцево-судинні та пухлинні захворювання, що призводять до скорочення життя людини. Низькі рівні Селену викликають депресивний стан у літніх людей.

У людей хронічне отруєння Селеном асоціюється з втратою волосся та змінами в морфології нігтів, у деяких випадках спостерігаються пошкодження шкіри (почервоніння, утворення пухирів) і порушення у роботі нервової системи (парастезії, паралічі). Безконтрольне вживання дієтичних добавок із вмістом Селену може викликати селеноз.

Селен регулює запальну відповідь і є необхідним для нормальної роботи ендокринної та імунної системи. Впливає на клітинний ріст, регулює діяльність клітинних сигнальних систем і факторів транскрипції та є компонентом як мінімум 25 специфічних селенопротеїнів. Фізіологічна потреба у Селені становить 50-70 мкг на добу для дорослої людини. Селен – мікроелемент, який входить до складу двох нестандартних амінокислот (селеноцистеїну та селенометіоніну) а також селенопротеїнів (фермент глутатіонпероксидаза). Селенопротеїни мають виражену антиоксидантну активність і безпосередньо впливають на утворення гормонів тиреоїдного типу. Селен проявляє синергізм з вітамінами Е і С, але є антагоністом до Hg та As, він здатний захистити організм від токсичної дії Cd, Pb, Tl, Pt. Як аналог Сульфору заміщує його у різних біосполуках. Останнім часом увагу вчених привертає наноселен та його властивості. Він є біодоступним і малотоксичним, нормалізує роботу мозку.

Природним джерелом Селену є харчові продукти. Високий вміст цього мікроелемента у часнику, свинячому салі, пшеничних висівках, бобових, білих грибах, оливковій олії, морських водоростях, пивних дріжджах, маслинах, кокосах і фісташках. Сьогодні широке застосування мають селеновмісні дієтичні добавки, які містять різні хімічні форми Селену – неорганічні (натрій селеніт) та органічні (селенометіонін та синтетичні L-амінокислоти). Селен є одночасно необхідним і токсичним мікроелементом, ось чому призначення селеновмісних препаратів представляє небезпеку передозування при безконтрольному прийомі та порушенні технології виробництва. Крім того, засвоєння Селену з продуктів харчування чи дієтичних добавок утруднене при недостатній кількості в харчуванні білків та несприятливій екологічній ситуації. Необхідно точно знати, де міститься Селен, як правильно вживати цей мікроелемент і з чим він краще засвоюється.

Висновки

Людина, як складна, відкрита система може існувати і функціонувати тільки у взаємозв'язках з навколишнім світом, здійснюючи з ним речовий обмін. Мікроелемент Селен відноситься до числа незамінних харчових факторів адекватне надходження яких є необхідною умовою забезпечення здоров'я людини. Органічні сполуки Селену краще засвоюються організмом людини ніж неорганічні. Необхідно мати на увазі, що негативно впливає на організм не тільки недостатня, а і надмірна кількість Селену та його сполук. Особливості його шкідливого впливу залежать від хімічної форми конкретної сполуки Селену та її експозиції. Наноселен має великі перспективи застосування завдяки своїй біодоступності та малотоксичності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Білецька Е. М. Селен у докільді: еколого-гігієнічні аспекти проблеми / Е. М. Білецька, Н. М. Онул. – Дніпропетровськ.: Акцент. – 2013. – 291 с.
2. Селен та наноселен: роль в організмі та застосування у медичній практиці / [М. С. Ноцек, Н. О. Горчакова, І. Ф. Беленічев, А. М. Пузиренко, І. С. Чекман] // Український науково-медичний молодіжний журнал. – 2015. – № 4 (91). – С. 129-133.
3. Біологічна активність неорганічних сполук: навч. посібн. / [Є. Я. Левітін, І. О. Ведерникова, А. О. Коваль, О. С. Криськів] – Харків. : НФаУ, 2017. – 83 с.
4. Онул Н. М. Гігієнічна характеристика вмісту селену в об'єктах навколишнього середовища і організмі людини та його вплив на показники здоров'я населення екологічно несприятливого регіону: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня к. мед. н.: спец. 14.02.01 «Гігієна та профпатологія» / Н. М. Онул. – Дніпропетровськ., 2008. – 19 с.

5. Сучков Б. П. Розповсюдження мікроелементу селену в об'єктах навколишнього середовища на території України та його вплив на здоров'я населення / Б. П. Сучков, В. Г. Бардов // Пробл. медицини. – 1999. – № 5. – С. 55-59.
6. Тимченко О. І. Загрози для здоров'я населення від впливу антропогенних чинників та можливості їх попередження / О. І. Тимченко. – К.: Полімед, 2005. – 265с.
7. Beck M. A. Selenium deficiency and viral infection / M. A. Beck, O. Levander, J. Handy // J. Nutr. – 2003. – Vol. 133. – P. 1463-1467.
8. Beckett G. J. Selenium and endocrine system / G. J. Beckett, J. R. Artur // Journal of endocrinology. – 2005. – Vol. 184. – P. 455-465.
9. Bedwal R. S. Zinc, copper and selenium in reproduction / R. S. Bedwal, A. Bahuguna // Experientia. – 1994. – Vol. 50, N7. – P. 626-640.
10. Отруєння селеном і його сполуками у промисловості і побуті / [О. М. Арустамян, В. С. Ткачишин, В. Є. Кондратюк, О. Ю. Алексійчук, І. В. Думка, Н. Ю. Ткачишина] // Медицина невідкладних станів. – 2020. – Том 16, № 6. – С. 20-26.

Марія Василівна Євсєєва – канд. хім. наук, доцент, доцент кафедри фармацевтичної хімії, Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова, м. Вінниця, e-mail: evseevamv359@gmail.com;

Тітов Тарас Сергійович – канд. хім. наук, доцент кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: tarastitov88@gmail.com;

Озузjenко Артем Вікторович – студент 2 курсу фармацевтичного факультету, Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова, м. Вінниця, e-mail: mr.pac776@gmail.com

Maria V. Evseeva – Ph.D. (Chem.), Docent, Associate Professor of the Department of Pharmaceutical Chemistry, National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsia, email: evseevamv359@gmail.com;

Taras S. Titov – Ph.D. (Chem.), Associate Professor of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: tarastitov88@gmail.com;

Artem V. Ozuzhenko – student of Faculty of Pharmacy, National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsia, email: mr.pac776@gmail.com.

NEW C, S, N-CONTAINING PLASTIC LUBRICANTS AS PRODUCTS OF COMPLEX PROCESSING OF INDUSTRIAL WASTE

Vinnitsia National Technical University

Анотація

Досліджена комплексна переробка промислових відходів різних виробництв, що дозволило зменшити використання матеріальних та енергетичних ресурсів та покращити екологічний стан навколишнього середовища. Комплексній технологічній переробці підлягали відходи хімічної, нафтохімічної, машинобудівної та харчової промисловості.

При цьому використовували регенований сумішевий сорбент (активоване вугілля + кізельгур), на поверхні якого проходили топохімічні перетворення хімічних речовин, що входили до складу промислових відходів. Очищення відпрацьованої індустріальної оливи, яка складала мінеральну основу розроблених нових C, S, N-вмісних пластичних мастил проведено з використанням регенованого сумішевого сорбенту. Дослідження трибологічних властивостей нових C, S, N-вмісних пластичних мастил показали їх високі протизношувальні і термостійкі властивості та можливість ефективного використання у високонавантажених вузлах тертя.

Ключові слова: комплексні технології, промислові відходи, пластичні мастила, сорбція, модифікована поверхня, топохімічні реакції.

Abstract

The complex processing of industrial waste from various industries was studied, which made it possible to reduce the use of material and energy resources and improve the ecological state of the environment. Chemical, petrochemical, machine-building and food industry wastes were the subject for complex technological processing.

At the same time, a regenerated mixed sorbent (activated carbon + kieselguhr) was used, on the surface of which topochemical transformations of chemicals that were a part of industrial waste took place. The purification of used industrial oil, which was the mineral basis of the developed new C, S, N-containing plastic lubricants, was carried out using a regenerated mixed sorbent. Studies of the tribological properties of new C, S, N-containing plastic lubricants have shown their high anti-wear and heat-resistant properties and the possibility of effective use in highly loaded friction nodes.

Keywords: complex technologies, industrial waste, plastic lubricants, sorption, modified surface, topochemical reactions

Introduction

The production of oils is the most valuable product of oil processing. 1 barrel (159 dm³) of crude oil must be spent to produce 1 dm³ of oil by vacuum distillation, therefore, in order to rationally use this important natural resource, used oils must be considered as a valuable secondary industrial raw material. Production of modern plastic lubricants is connected not only with technological issues of their production, but also with the market value of their components (MoS₂, ultradispersed diamonds, fullerenes). Such functional additives provide high multifaceted functional properties of plastic lubricants within the framework of the circular economy. In this regard, the circular economy is considered as a new economic model capable of limiting the use of natural and energy resources and reducing the negative impact of industrial production on the environment [1].

Modern plastic lubricants, which include lubricating fluids (petroleum, synthetic, vegetable oils), organic and inorganic thickeners (Li, Na, K, Ca - soaps, highly dispersed modified silicon dioxide, oleophilic graphite, molybdenum disulfide and other compounds) and functional additives of various purposes, ensure reliable operation of friction pairs of machines and mechanisms, for example, in conditions of high temperatures and loads [2,3]. At the same time, plastic lubricants must be considered as a highly structured dispersed phase, which, due to adsorption, capillary and other physical bonds, keeps the dispersed medium / lubricating liquid in its three-dimensional framework. Especially effective are modified nanoscale thickeners, which are formed directly on a solid surface due to topochemical reactions [4].

Results of research

A comprehensive approach to purification industrial waste from various industries is based on the effective use of regenerated mixed sorbent (AC + K) from food industries [5-7]. At the same time, the sorbent (AC + K) was used for the direct purpose of purification the circulating water of the processing of obsolete pesticides and galvanic washing waters, respectively, cycle I and cycle II, which are shown in the logistic scheme of industrial waste treatment of various industries (Fig. 1).

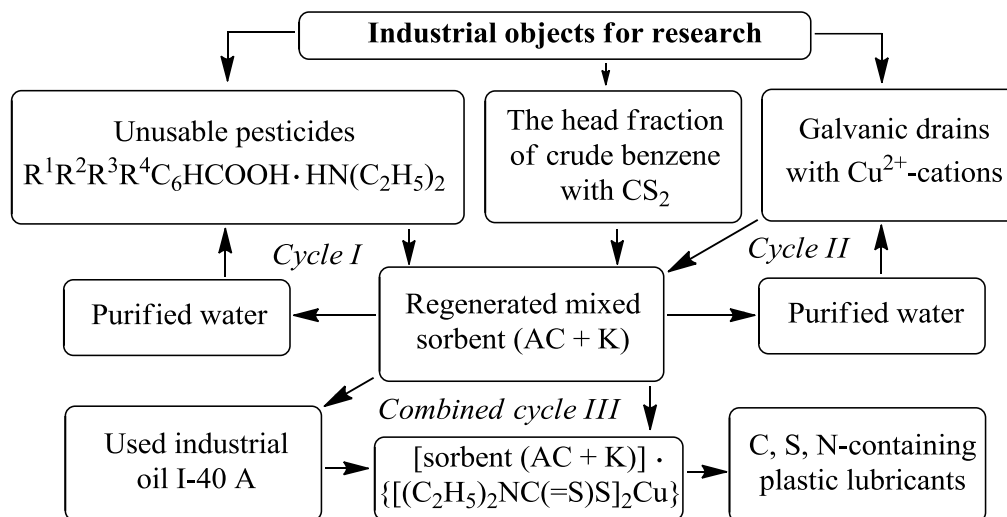


Fig. 1. Basic technological scheme for obtaining C, S, N-containing plastic lubricants using industrial waste from various industries

In addition to sorption purification and reagent separation of active substances of industrial facilities, the research includes technological aspects of the integration of separated chemical components into the demanded final product, namely new C,S,N-containing plastic lubricants. Today, plastic lubricants based on sodium, sodium-calcium, complex calcium and lithium components no longer meet the increased conditions of operation of modern equipment. The issue of developing new, highly effective and multipurpose plastic lubricants that ensure the operation of machines and mechanisms in a wide range of temperatures, workloads and aggressive environments is particularly relevant [2].

It should be noted that the developed new C,N,S-containing plastic lubricants included a new thickener in the form of a structured frame with a modified surface (Fig. 2), which provided them with high operational properties. Modification of the surface of activated carbon (AC) was provided by the final adsorption of bis-(diethyldithiocarbamate)copper(II), and the surface of kieselguhr (K)/silica gel by the formation of surface structures between the sorbed fragment of monoethanolamine and ethylamine (N→B) borane (Fig. 2).

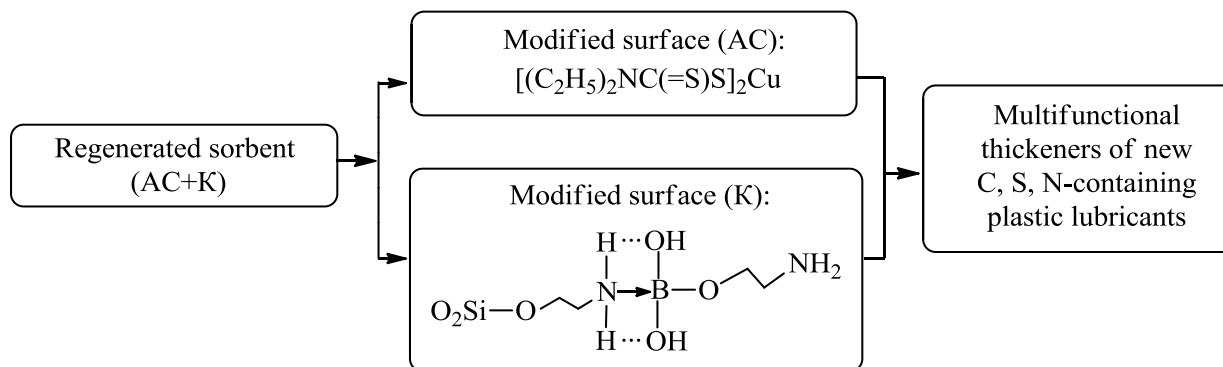


Fig. 2. Scheme of formation of structural framework fragments of new C, S, N-containing plastic lubricants

Performed laboratory studies showed that the temperature of the PM-6 – PM-9 lubricating composition in the friction nodes did not exceed the standard requirements according to GOST 1033-79, and the surface of the bearing rolls remained clean, smooth, without rolls and cracks after 12 months of preventive observations.

Conclusions

The performed research proposed a complex technology for the processing of industrial waste from various industries with the production of new C,S,N-containing plastic lubricants based on them. The perspective of using the developed new C,S,N-containing plastic lubricants in industrial machines and units is shown.

REFERENCES

1. Heshmati, A. (2016). A Review of the Circular Economy and its Implementation. SSRN Electronic Journal. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2713032>
2. Ishchuk, Yu. L. (1996). Sostav, struktura i svoystva plastichnyh smazok. Kyiv: Naukova dumka, 508.
3. Ranskiy, A. P., Boichenko, S. V., Hordienko, O. A., Didenko, N. O., Voloshynets, V. A. (2012). Kompozytsiyni mastylni materialy na osnovi tioamidiv ta yikh kompleksnykh spoluk. Syntez. Doslidzhennia. Vykorystannia. Vinnytsia: VNTU, 328
4. Khudoyarova, O. S., Gordienko, O. A., Sydoruk, T. I., Titov, T. S., Ranskiy, A. P. (2020). Surface modification of mixed sorbents with sulfide ions for purification of galvanic wash water of copper plating process. Proceedings of the NTUU "Igor Sikorsky KPI". Series: Chemical Engineering, Ecology and Resource Saving, 2, 36–46.
5. Khudoyarova, O., Gordienko, O., Blazhko, A., Sydoruk, T., Ranskiy, A. (2020). Desulfurization of Industrial Water-Alkaline Solutions and Receiving new Plastic Oils. Journal of Ecological Engineering, 21 (6), 61–66.
6. Khudoyarova, O., Ranskiy, A., Korinenko, B., Gordienko, O., Sydoruk, T., Didenko, N., Kryklyvyi, R. (2021). Integration of Technological Cycles of Industrial Waste Processing. Journal of Ecological Engineering, 22 (6), 209–214.
7. Ranskiy, A., Gordienko, O., Sakalova, H., Sydoruk, T., Titov, T., Blazhko, O. (2023). Complex Sorption Treatment of Industrial Waste and Production of Plastic Lubricants. Ecological Engineering & Environmental Technology, 24 (3), 54–59

Сандул Ольга Миколаївна – аспірантка кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: sandulola11@gmail.com

Olga M. Sandul – Postgraduate of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: sandulola11@gmail.com

INTERDISCIPLINARY EUROPEAN GREEN STUDIES IN THE PRACTICE OF TRAINING ENVIRONMENTAL STUDENTS

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Анотація

Проведено аналіз змісту міждисциплінарного курсу «Європейські зелені виміри». Виокремлено критерії його оцінювання. Окреслено концептуальні засади формування змісту навчання. Результати відповідей по критеріям оцінювання змісту навчання (структурованість змісту; актуальність змісту; корисність змісту; комфортність викладу; якість візуалізації змісту; зрозумілість навігації по сайту) показали високі результати (більше 90%). Більшість респондентів оцінили курс як відмінний та добрий (більше 90%). Показано високу ефективність організації та формування змісту навчання.

Ключові слова: екологічна освіта; освіта для сталого розвитку; міждисциплінарні європейські студії; якість змісту навчання.

Abstract

An analysis of the content of the interdisciplinary course "European Green Dimensions" is carried out. The criteria for its evaluation are allocated. The conceptual foundations of the formation of the content of education are outlined. The results of the answers to the criteria for evaluating the learning content (structuring of the content; relevance of the content; usefulness of the content; comfort of the presentation; quality of visualization of the content; comprehensibility of navigation on the site) showed high results (more than 90%). The high efficiency of the organization and formation of the content of training is shown.

Keywords: environmental education; education for sustainable development; Interdisciplinary European Studies; the quality of the learning content.

Introduction

The quality of life and sustainable development of society depend on the ability to join forces. Today, the concept of sustainable development is one of the main documents for the development of the countries of the world and Europe. Among the main priorities of Ukraine's movement towards Europe are directives and regulations on sustainable development goals, as well as issues of adaptation to climate change. The issues of environmental safety and biodiversity conservation, environmental monitoring also remain relevant. War-time in Ukraine has shown the importance and priority of the integration processes of the country's national development strategy into European environmental policy [1; 2].

Against the background of modern eco-transformations, the ecology department of Petro Mohyla Black Sea National University has successful experience in implementing international projects for the implementation of interdisciplinary European studies in the training of environmental students. In particular, these are projects under the auspices of the EU Erasmus+ Jean Monnet programmes.

The main tasks that arise in the process of implementing interdisciplinary European green studies are: to demonstrate prospects for the professional development of future specialists in the green reconstruction of Ukraine; to reveal the versatility of environmental challenges in the context of climate change caused by decarbonization; to create a platform for networking between environmental specialists who have professionally realized themselves; outline the main environmental challenges that will be the focus of the coming years; to improve the content of training of professional ecologists; to promote and involve young people in projects related to environmental management, environmental safety; involve young people in projects and programs for the country's eco-transformation [3].

The content of interdisciplinary European Green Studies is aimed at revealing the following areas:

- ensuring the institutional capacity of Ukraine for the formation of a green course;
- decarbonization and transformation of energy strategy;

- climatic, food, environmental sphere;
- eco-specialists of a new generation and the development of the applied field of environmental protection;
- sustainable development strategy: looking to the future;
- management of professional development, environmental protection and marketing of eco-personality
- digital transformation of environmental management [3].

Research methods: Mathematical methods include statistical data processing, graphical representation of data for high-quality visual evaluation of results using MS Excel software.

The study was carried out within the framework of the project 101081525 – JM EUGD – ERASMUS-JMO-2022-HEI-TCH-RSCH.¹

Results

The main principles of the European green studies content are: internationalization (involvement of European specialists in teaching and research; opportunity to participate as students/learners of partner universities); integration of knowledge (implementation of interdisciplinary links in the content of courses) and open for wide stakeholders. The interdisciplinary approach is harmoniously combining knowledge from different fields of science and practice. The main centers of knowledge integration are sustainable development; environmental security; green policy; climate change, as objects of study from different sides, namely ecological, legal, economic, and social. Thus, Ukrainian students will find the opportunity to learn from European environmental experiences and enhance knowledge about the green policy throughout the courses.

The learning outcomes of students/learners after studying the course was assessed in the form of testing. The final test has 40 questions, which mathematically accurately determine the coefficient of completeness of the student's knowledge, as the ratio of the number of correct answers to the total number of questions. The results of success are considered satisfactory if the coefficient of completeness of knowledge is more than 60 percent. Our study showed that the knowledge acquisition rate is more than 80 percent, which is a high indicator of knowledge acquisition and motivation of the audience to master it.

After each stage, participants are offered an anonymous questionnaire, which is asked questions about the quality of the presentation (indicators, that will be use: relevance of the topic, completeness of the material, methods, and forms of presentation of educational/scientific information on a scale of 2 (poor), 3 (satisfactory), 4 good), 5 (excellent). The results of answers to one of the key questions of the questionnaire are presented in the diagram of fig. 1.

Learning experience on the course from 1 to 5:

- 1 – very poor;
- 2 – poor;
- 3 – satisfactory;
- 4 – good;
- 5 – excellent.

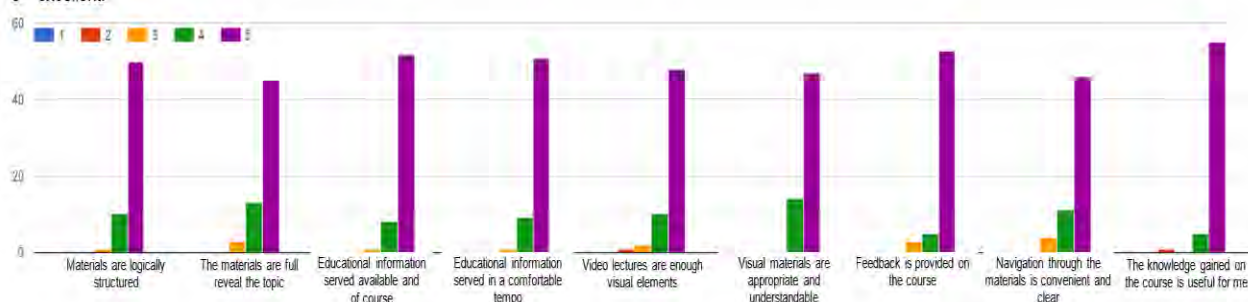


Fig. 1. A diagram for evaluating the quality of the content according to the criteria.

Conclusions

Thus, the practice of developing interdisciplinary European green studies at Petro Mohyla Black Sea National University made it possible to create a platform for networking between environmental specialists of

different institutions, as well as to enrich the content of the training of professional ecologists, to increase the level of their knowledge and competencies.

The results of the answers to the criteria for evaluating the learning content (structuring of the content; relevance of the content; usefulness of the content; comfort of the presentation; quality of visualization of the content; comprehensibility of navigation on the site) showed high results (more than 90%). The majority of respondents rated the course as excellent and good (more), which motivates the project team to further improve the content and structure of the course in the direction of improving visualization using interactive forms.

REFERENCES

1. Mitryasova, O., Mats, A. How a Natural Education Should Address Issues of Sustainable Development and Environmental Problems, *Journal of Civil Engineering, Environment and Architecture*, 2021, XXXVIII, 68, 5–15. <http://doi.prz.edu.pl/pl/pdf/biis/1106>

2. Mitryasova O. An Integrated Approach to the Educational Content Formation for the Interdisciplinary European Studies Implementation / Olena Mitryasova // Збірник матеріалів 7-го Міжнародного конгресу [«Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування»], (12–14 жовтня 2022, Україна, Львів) / Національний університет «Львівська політехніка». – Київ : Ярошенко Я. ., 2022. – С. 120. – Режим доступу: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/attachments/2018/11960/importantdoc/abstracts2022.pdf>

3. Мітрянська О.П., Смирнов . М., Марійчук Р.Т., Чвир .А. Європейські зелені виміри: навч. посібник / за редакцією проф. Олени Мітрянської. Миколаїв : ЧНУ імені Петра Могили, 2024. 471 с. – Режим доступу: https://eugreendimensions.chmnu.edu.ua/storage/resources/EUROPEAN%20GREEN%20DIMENSIONS_text%20book_compressed.pdf

Мітрянська Олена Петрівна – д.пед.н., професор, професор кафедри екології Чорноморського національного університету імені Петра Могили, м. Миколаїв, e-mail: eco-terra@ukr.net;

Чвир Вадим Андрійович – викладач кафедри екології Чорноморського національного університету імені Петра Могили, м. Миколаїв, e-mail: vip.chvir@gmail.com

Смирнов Віктор Миколайович – к.геолог.н., доцент, доцент кафедри екології Чорноморського національного університету імені Петра Могили, м. Миколаїв, e-mail: vnsmirnov79@gmail.com

Мац Андрій Дмитрович – аспірант кафедри екології Чорноморського національного університету імені Петра Могили, м. Миколаїв, e-mail: andrejmac3@gmail.com

Olena P. Mitryasova – Ph.D. (Doctor of Pedagogical Sciences), Professor, Professor of the Department of Ecology, Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolayiv, e-mail: eco-terra@ukr.net ;

Vadym A. Chvir – Lecturer of the Department of Ecology, Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolayiv, e-mail: vip.chvir@gmail.com;

Viktor M. Smyrnov – Ph.D., Docent, Associate Professor of the Department of Ecology, Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolayiv, e-mail: vnsmirnov79@gmail.com

Andrii D. Mats – Postgraduate of the Department of Ecology, Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolayiv, e-mail: andrejmac3@gmail.com

¹ “Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or [name of the granting authority]. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.”

ПОРЯДОК ЗДІЙСНЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО АУДИТУ НА ПРИКЛАДІ ШЛАМОНАКОПИЧУВАЧА ВИСОКО-МІНЕРАЛІЗОВАНИХ СТІЧНИХ ВОД (м. Кам'янське)

¹Дніпровський державний технічний університет;

²Департамент екології та природних ресурсів Кам'янської міської ради.

Анотація

Запропоновано етапи проведення екологічного аудиту для техногенного об'єкту на прикладі шламонакопичувача в балці Ясинова, що дозволило здійснити послідовне виконання запропонованих етапів екоаудиту та надати рекомендацій з усунення негативного впливу шламонакопичувача на навколишнє середовище та упередження виникнення надзвичайної ситуації. Запропонований план проведення екологічного аудиту дозволяє оптимізувати процес виконання екологічного аудиту для подібних техногенних об'єктів.

Ключові слова: екологічний аудит, етапи екоаудиту, шламонакопичувач, високо-мінералізовані стічні води, рекомендації.

Abstract

The stages of environmental audit for an anthropogenic facility are proposed on the example of a sludge SF in the Yasynova Gully, which allowed for the consistent implementation of the proposed stages of environmental audit and recommendations for eliminating the negative impact of the sludge SF on the environment. The proposed plan for conducting an environmental audit allows optimising the process of performing an environmental audit for similar man-made facilities.

Keywords: environmental audit, stages of environmental audit, sludge SF, highly mineralised wastewater, recommendations.

Вступ

Посилаючись на Закон України «Про екологічний аудит» [1], екологічний аудит є невід'ємною складовою перевірки діяльності суб'єктів господарювання з метою встановлення відповідності вимогам екологічної безпеки, забезпечення раціонального природокористування та відновлення якості довкілля, одержання достовірної інформації про об'єкт аудиту і формування аудиторських висновків. В залежності від об'єктів екологічного аудиту та цілей, які визначаються напередодні його здійснення, [2-4] перед суб'єктами (виконавцями) екологічного аудиту окреслюється перелік завдань, сформованих у три стадії:

1) передаудитна стадія протягом якої проводиться загальне ознайомлення з об'єктом аудиту і визначаються найбільш важливі джерела його впливу на довкілля;

2) безпосередньо проведення екологічного аудиту, протягом якого збирається інформація щодо утримання об'єкту екологічного аудиту та / або виробничого процесу, який на ньому відбувається і повинен бути перевірений під час аудиту. При цьому проводиться виявлення доказових фактів щодо впливу об'єкту перевірки на компоненти довкілля та визначаються можливі варіанти зменшення цього впливу;

3) під час постаудитного етапу здійснюється техніко-економічний аналіз зібраної інформації, даються рекомендації щодо впровадження можливих варіантів зменшення впливу на довкілля об'єкту екологічного аудиту.

Екологічному аудиту, як зазначено в [1], можуть підлягати як діючі виробничі підприємства, так і об'єкти, на території яких господарська діяльність не здійснюється, але, відбувається екологічний вплив на прилеглі території та населення, що на них мешкає. Серед таких об'єктів можуть бути як природні (заповідні, рекреаційні, лісові та інші) так і техногенні території (звалища побутових відходів, хвостосховища, шламонакопичувачі, законсервовані промислові чи екологічно небезпечні

об'єкти тощо). Особливу увагу в аудиторських перевірках слід приділяти саме техногенним територіям, розташованим в межах населених пунктів, оскільки реальна оцінка екологічної ситуації навколо таких об'єктів формує вартісну оцінку земель, що формує місцевий бюджет громади, а також дозволяє планувати розподіл місцевих витрат у майбутньому перед усім на відновлення таких територій, розробку заходів з раціонального використання вивільненої вторинної сировини з місць їх складування, оптимізації екологічно безпечного використання територій населених пунктів [5].

Метою роботи є розробка плану проведення екологічного аудиту для техногенного об'єкту та аналіз виконання окремих етапів екоаудиту на прикладі шламонакопичувача в балці Ясинова (місто Кам'янське, Дніпропетровська обл.).

Результати дослідження

Для досягнення поставленої в роботі мети сформовано план проведення екологічного аудиту для техногенного об'єкту – шламонакопичувача в балці Ясинова, розташованого в західній частині міста Кам'янське Дніпропетровської області. Основними етапами проведення екологічного аудиту заплановано наступні:

1. Загальна характеристика шламонакопичувача в балці Ясинова, у тому числі фізико-географічні умови, геологічні та гідрогеологічні умови, водне середовище (поверхневі та підземні води), стан атмосферного повітря, рослинний та тваринний світ, об'єкти природно-заповідного фонду.

2. Оцінка якісного стану поверхневих вод шламонакопичувача в балці Ясинова.

3. Оцінка якісного стану підземних вод в межах впливу шламонакопичувача.

4. Надання рекомендацій з усунення негативного впливу шламонакопичувача в балці Ясинова на навколишнє середовище, у тому числі скид освітлених вод з чаші шламонакопичувача, осушення шламів, водовідвідна та дренажна мережа, планування зсувонебезпечних заходів, гірничотехнічна рекультивация.

За визначеним планом роботи здійснено аналіз екологічного стану екосистеми в межах впливу шламонакопичувача в балці Ясинова та встановлено, що наявність шламонакопичувача порушило природний режим підземних і поверхневих вод [6]. В результаті створення шламонакопичувача в балці Ясинова відбулася зміна гідрологічних та гідрогеологічних умов. Це привело до підтоплення території навколо шламонакопичувача та інфільтрації води з шламонакопичувача у водоносні горизонти, що залягають нижче. Наявність шламонакопичувача в в балці Ясинова викликало забруднення поверхневих та підземних вод екосистеми в межах його водозбірної басейну.

Проведено оцінку якісного стану поверхневих вод шламонакопичувача в балці Ясинова та підземних вод в межах його впливу. Встановлено негативний вплив високомінералізованих стічних вод на екосистему прилеглої території, що підтверджується перевищенням ГДК від 5 до 35 разів по компонентах забруднення. З'ясовано, що з припиненням експлуатації шламонакопичувача в балці Ясинова, рівень мінералізації стічних вод знижується при цьому залишається високий рівень забруднення у підземних водах, особливо у близькому розташування до чаші шламонакопичувача.

Надано рекомендації з усунення негативного впливу шламонакопичувача в балці Ясинова на навколишнє середовище, що включають комплекс заходів зі скиду високомінералізованих вод з чаші шламонакопичувача, осушення шламів, реконструкцію гідротехнічних споруд, планування зсувонебезпечних схилів та гірничотехнічну рекультивацию. Розглянуто варіанти відведення вод з шламонакопичувача та обґрунтовано найбільш прийнятний серед запропонованих, що полягає у відкачуванні стічних вод зі шламонакопичувача та наступного їх розбавлення поверхневими водами річки Коноплянка до мінералізації 1 г/л, що дозволить здійснити їх подальший скид до природного об'єкту.

Висновки

Встановлено, що запропонований план проведення екологічного аудиту дозволяє оптимізувати процес виконання екологічного аудиту для подібних техногенних об'єктів, зосередити увагу на більш проблемних питаннях проведення обстеження техногенного об'єкту, провести відбір проб та здійснити аналіз отриманих результатів з прив'язкою до місцевих умов екосистеми. Надання рекомендацій з усунення негативного впливу техногенного об'єкту дозволить усвідомлено підійти до прийняття окремих етапів відновлення якості екосистеми та обґрунтувати необхідність виконання кожного з них з урахування різноманітних запропонованих альтернатив.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Про екологічний аудит: Закон України від 24.06.2004 р. № 1862-IV: станом на 16 жовт. 2020 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1862-15#Text> (дата звернення: 22.10.2023)
2. ДСТУ ISO 19011:2019 (ISO 19011:2018, IDT) Настанови щодо проведення аудитів систем управління
3. ISO 14015:2005 Екологічне оцінювання виробничих об'єктів та організацій
4. Методичні рекомендації щодо підготовки, здійснення та оформлення звіту про екологічний аудит. Керівник розробки Волоско-Демків О.І. Центр екологічного консалтингу та аудиту. Київ, 2016. – 63 с.
5. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року: Закон України від 28.02.2019 № 2697-VIII. Відомості Верховної Ради України (ВВР). 2019. № 16. С. 70.
6. Непошивайленко Н.О., Кремень В.А., Овчаров В.О., Поломаний Г.С. Оцінка екологічного стану шламонакопичувача високомінералізованих стічних вод балки Ясинова (м. Кам'янське). Матеріали регіональної науково-практичної конференції «Вода для миру» (22 березня 2024 р.) – Дніпро: ДДАЕУ, 2024. – С.74-75.

Кремень Володимир Андрійович – здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти зі спеціальності 101-екологія, металургійний факультет, Дніпровський державний технічний університет; директор департаменту екології та природних ресурсів Кам'янської міської ради, Кам'янське, e-mail: kremvok@ukr.net

Непошивайленко Наталія Олександрівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища, Дніпровський державний технічний університет, Кам'янське, e-mail: nna2013@ukr.net

Краснопер Єлизавета Романівна – здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти зі спеціальності 101-екологія, металургійний факультет, Дніпровський державний технічний університет, Кам'янське

Volodymyr A. Kremin – is a third (educational and scientific) degree student majoring in 101 Ecology, Faculty of Metallurgy, Dniprovsky State Technical University, Director of the Department of Ecology and Natural Resources of the Kamianske City Council, Kamianske, e-mail: kremvok@ukr.net

Natalia O. Neposhyvailenko – Ph.D., Associate Professor of the Department of Ecology and Environmental Protection, Dniprovsky State Technical University, Kamianske, e-mail: nna2013@ukr.net

Yelyzaveta R. Krasnoper – applicant for the second (master's) level of higher education in the specialty 101 Ecology, Faculty of Metallurgy, Dniprovsky State Technical University, Kamianske

Н.Л. Пастухова¹
Ю.О. Садовниченко²
Я.Б. Блюм¹
В.В. М'ясоєдов²

ЕКОЛОГІЧНА СКЛАДОВА ДРУГОГО ТА ТРЕТЬОГО РІВНІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ БІОМЕДИЧНОГО НАПРЯМУ

¹Державна установа «Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України»

²Харківський національний медичний університет

Анотація

Сталий розвиток, якого прагне людство, неможливий без екологізації освіти, формування екологічних свідомості й поведінки, набуття відповідних теоретичних основ та практичних навичок. Формування цих компетентностей є неперервним протягом усього життя. Здобуття вищої освіти другого та третього рівнів поглиблює екологічні знання здобувачів крізь призму професійної діяльності та набуває конкретної практичної спрямованості. Наводяться приклади застосування різноманітних форм роботи у процесі опанування навчальної дисципліни «Медична біологія» освітньо-професійної програми «Медицина» та виконання наукової складової освітньо-наукової програми «Біотехнологія, Молекулярна генетика, цитологія, клітинна біологія, гістологія».

Ключові слова: екологічна освіта, сталий розвиток, екологічна складова, вища освіта

Abstract

Sustainable development, which humanity strives, is impossible without the environmentalization of education, the formation of ecological consciousness and behavior, the acquisition of relevant theoretical foundations and practical skills. The development of these competencies is a lifelong process. Higher education of the second and third levels deepens students' environmental knowledge through the prism of professional activity and acquires a specific practical orientation. Examples of the application of various forms of work in the process of mastering the discipline "Medical Biology" of the educational and professional program "Medicine" and the implementation of the scientific component of the educational and scientific program "Biotechnology, Molecular Genetics, Cytology, Cell Biology, Histology" are given.

Keywords: ecological education, sustainable development, ecological component, higher education

Ініційована та прийнята конференцією ООН у 1992 році декларація екологічного права визначила основні принципи охорони довкілля [1], трансформовані у подальшому з іншими рамковими документами в концепцію сталого розвитку (рис.) – розвитку, який задовольняє потреби нинішнього покоління, не ставлячи під загрозу можливість існування майбутніх поколінь [2].

Серед 17 глобальних цілей, які людство має досягти до 2030 р., безпосередньо екологічними вважаються цілі 6. «Забезпечення наявності та сталого управління водними ресурсами та санітарією», 12. «Забезпечення переходу до раціональних моделей споживання і виробництва», 13. «Вжиття невідкладних заходів щодо боротьби зі зміною клімату та її наслідками», 14. «Збереження та стале використання океанів, морів і морських ресурсів в інтересах сталого розвитку», 15. «Захист і відновлення екосистем суші та сприяння їх раціональному використанню, раціональне лісокористування, боротьба з опустелюванням, припинення та повернення назад процесу деградації земель і зупинення втрати біорізноманіття». Інші – опосередковано, більшою чи меншою мірою стосуються проблем стану довкілля, екологічної свідомості, екологічної освіти та виховання.

«Екологічна освіта, як цілісне культурологічне явище, що включає процеси навчання, виховання, розвитку особистості, повинна спрямовуватися на формування екологічної культури, як складової системи національного і громадського виховання всіх верств населення України, екологізацію навчальних дисциплін та програм підготовки, а також на професійну екологічну підготовку через базову екологічну освіту» – зазначено у Концепції екологічної освіти України [4].



Рис. «Діаграма Венна» складових сталого розвитку [3]

Екологічна освіта сучасного виміру передбачає набуття/поглиблення екологічних компетентностей упродовж життя засобами формальної та неформальної освіти.

Особливістю екологічної освіти у вищій школі виступає її диференційованість, різноплановість, урахування потреб особистості, регіону, держави та світу. Тож і найефективнішою моделлю реалізації виступає змішана, у якій екологічний зміст представлений у кожній навчальній дисципліні, в окремих спеціалізованих курсах, позанавчальних заходах тощо.

Метою роботи став аналіз окремих аспектів екологічної освіти другого та третього рівнів на прикладі навчальної дисципліни «Медична біологія» освітньо-професійної програми «Медицина» Харківського національного медичного університету (ХНМУ) та наукової складової освітньо-наукової програми «Біотехнологія, Молекулярна генетика, цитологія, клітинна біологія, гістологія» ДУ «Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України» (ДУ «ІХБГ НАН України»).

У зазначених ЗВО на основі поглиблення знань крізь призму професійної діяльності продовжується формування екологічної свідомості та поведінки, підвалини яких закладено на попередніх рівнях освіти, відповідальності за сталий розвиток освітньо-наукового середовища та екосистеми.

Формально у навчальній дисципліні «Медична біологія» у ХНМУ екологічні питання розглядаються лише в останньому розділі освітнього компонента, присвяченому медичній паразитології та екології людини, однак насправді ці аспекти є наріжним каменем.

Так, вже з першої теми «Форми життя. Будова та функції клітинних мембран» акцентується увага на тому, що головною функцією екосистем є забезпечення постійної передачі енергії і постійного обміну речовин між організмами, організмами і довкіллям, повна взаємозалежність складових, важливість підтримки гомеостазу на основних рівнях. У якості дискусійної теми майбутнім лікарям пропонується аналіз наслідків пандемії COVID-19 на різних рівнях організації живого або моделювання ситуації впливу забруднюючих факторів.

Виконання завдання «Зміни структур клітини при різних станах організму» допомагає поглибити знання про екологічні чинники, що існують у природі або є наслідком діяльності людини. Тож і проблемними питаннями постають наступні: «Чи можна змінити рівень впливу? Як це позначиться на організмі? Екосистемах? Наскільки довготривалими будуть такі зміни? Як пояснити негативну та позитивну дію радіоактивності в еволюційному аспекті?» та інші.

На прикладі теми «Клітинний цикл. Поділ клітини: мітоз, мейоз. Гаметогенез» здобувачам пропонується поміркувати як поява поліплоїдів може вплинути на біорізноманіття. Чи стан довколишнього середовища може порушити поділ клітин? Як порушення мейозу вплинуть на здоров'я окремого організму? Популяції? Виду? Чи можуть подібні зміни стати чинником вимирання виду? Яким видом найшвидше буде зайнята вивільнена ніша?

При вивченні нуклеїнових кислот подається ситуаційна задача про японське покоління «хібакуся».

«Мешканців Хіросіми і Нагасакі, які вижили після американських атомних бомбардувань 1945 році, називають в Японії «хібакуся» («люди, які пережили ядерний вибух»). Загалом близько 650 тисяч осіб

набули статусу «хібакуся». На березень 2018 року нараховували 154 тисячі таких осіб. Наразі термін «хібакуся» використовується, коли необхідно підкреслити, що людина зазнала впливу радіації.

Які механізми на молекулярному рівні дозволили людям пережити атомні бомбардування? Чому серед померлих до 2014 року хібакуся у майже двох третин (63%) причиною смерті стали злоякісні пухлини (рак), насамперед рак легень (20%), рак шлунку (18%), рак печінки (14%), лейкемія (8%), рак кишківника (7%) та злоякісна лімфома (6%)? Чи віддзеркалюється це на популяції? На сьогоднішній день хто перебуває у групах ризику?» [5].

Доречною, на нашу думку, може стати дискусія при вивченні будови генів прокаріотичних та еукаріотичних організмів. Екологічний аспект молекулярних основ може звучати наступним чином: «Які чинники могли б виступити у якості факторів змін генів? Які перспективи стабільності чи мінливості геномів з огляду на поточний стан біосфери?»

За темою «Організація геномів про- та еукаріотів. Експресія генів, її регуляція» у якості одного із завдань пропонується пояснити генотипову різноманітність популяцій на підставі прояву спадкових хвороб через особливості впливу абіотичних та антропогенних факторів, спрогнозувати майбутнє популяції, її вплив на стан довкілля.

Уміння пояснювати роль мутагенних чинників у появі хромосомних і моногенних хвороб людини, співвідносити вплив мутагенних, канцерогенних і тератогенних речовин зі станом здоров'я – мета заняття за темою «Мінливість у людини як властивість живого і генетичне явище». Засвоєння об'єму програмного матеріалу потребує знань з неорганічної і органічної хімії, фізики, біології людини, екології. Студентам у якості групової роботи є сенс запропонувати проаналізувати наслідки найбільших техногенних катастроф світу та довготривалість негативної дії наслідків [6].

Вивчення основ медичної генетики спонукає не лишень до поглиблення знань про наслідки антропогенного впливу на природу у різних регіонах країни, а й до закладання підвалин біоетики.

До прикладу, на занятті з генних хвороб людини можна запропонувати студентам провести власні дослідження і підготувати доповіді з геногеографічного аналізу поширення спадкових хвороб на територіях екологічного лиха та екологічно-зразкових, звернувши особливу увагу на власні регіони проживання. Або порівняти зміни тиску чинників, що провокують прямо або опосередковано прояв спадкових хвороб, перспективи росту генетичного тягаря популяцій, запропонувати/обміркувати окремі заходи або дорожню карту для зменшення ризиків та можливого покращення ситуації.

Розглядаючи сучасні методи і методики діагностики, профілактики спадкових хвороб у якості роботи з науковими публікаціями доречно проаналізувати матеріали періодичних видань та знайти відповіді на проблемні питання. До прикладу пропонуємо статтю Підвисоцької Н.І. «Сучасні принципи та проблеми медико-генетичного консультування» [7]. До неї можуть бути поставлені наступні запитання: Що авторка пропонує в основу класифікації спадкових хвороб? Які існують підходи до профілактики спадкових хвороб? Що їх об'єднує? Яке тлумачення дефініцій «МГК»? Основні задачі МГК? Етапи консультації? Оцінка генетичних ризиків. Чи можна стверджувати існування взаємозв'язку стану довкілля та ризику розвитку уроджених чи спадкових патологій? Хто приймає остаточне рішення про подальші репродуктивні процеси?

При вивченні закону Харді-Вайнберга бажано акцентувати увагу на змінах генофонду популяцій внаслідок генетико-демографічних процесів, зокрема шляхом поєднання знання генетики груп крові системи АВО та даних щодо домінування певної групи у конкретній популяції, відповідно – генотипу, і міграції. Студентам з високим рівнем навчальних досягнень ставиться завдання проаналізувати статистичні дані щодо поширеності генних хвороб та скласти задачу стосовно генетичної структури популяції.

«За даними Євростату, кількість мігрантів у Європі почала збільшуватись ще у 2014 році, досягнувши показника в 627 тис. осіб. Дослідження міжнародної міграції ОЕСР зафіксувало показник 783 тис. біженців, що прибули у ЄС у 2014 році. Євростат і ОЕСР нараховували близько 1,3 млн мігрантів, більшість з яких (25 %) були вихідцями з Сирії, Афганістану (16,5 %) та Іраку (12 %). У 2016 році Євростат нарахував 1,2 млн мігрантів. З початку міграційної кризи у Німеччину в'їхали 890 тис. шукачів притулку, у 2016 році – 350 тис., 2017 році – 100 тис. осіб.» [8].

Паразитологія, за визначенням академіка Маркевича О.П., є комплексною наукою, яка всебічно вивчає світ паразитів рослинного і тваринного походження у всій складності їх відносин з хазяями та зовнішнім середовищем з метою пошуку раціональних засобів боротьби з ними та використання їх для боротьби зі шкідливими організмами [9]. Вивчення матеріалу розділу «Медична паразитологія та

екологія людини» базується на різнопланових міждисциплінарних зв'язках з екологічними, зоологічними, біохімічними, економічними, історичними, географічними та іншими дисциплінами.

Це дає розлогу можливість на конкретних прикладах досліджувати безпосередні та взаємозалежні взаємовідносини організмів, антагоністичні та взаємокорисні, зміни характеру взаємодії симбіонта з хазяїном в залежності від умов існування (корисні або нейтральні стають патогенними, а патогенний не шкодить хазяїну), вплив умов, у яких перебуває система «паразит-хазяїн» (дика природа чи умови зоопарку, більше чи менше забруднення довкілля або антропогенний тиск на екосистеми), тип господарства – дрібні присадибні господарства, фермерські чи надвеликі тваринницькі комплекси, прогнозувати темпи поширення хвороб, застосування профілактичних засобів тощо [10, 11]. Відповідно кожен викладач може використати усю палітру методів навчання, доказів, оцінювання для поглиблення екологічних знань, трансформації їх у безпечну екологічну поведінку.

Під час вивчення теми «Біосфера як система, що забезпечує існування людини. Екологія людини» набуті в курсі екологічні знання, вміння та навички вибудовуються в екологічний стрижень світогляду сучасного медика, покликано не лише оцінювати вплив довкілля на стан здоров'я людини, сім'ї та популяції, боротися з захворюваннями, спричиненими екологічними змінами, а й уникати негативного впливу власної діяльності на навколишнє природне середовище шляхом розробки та застосування екологічно безпечних й ощадливих медичних технологій, засобів та матеріалів, утилізації медичних відходів належним чином тощо.

Наступний освітньо-науковий рівень дозволяє здобувачу освіти біомедичного напрямку, зокрема в ДУ «ІХБГ НАН України», безпосередньо долучитись до рішення конкретного завдання прямо чи опосередковано пов'язаного з екологічними проблемами регіону, країни або глобальними, сприяючи досягненню стану сталого розвитку. Особливість освітньої діяльності полягає у максимальному застосуванні отриманих знань, переведенні їх у практичну площину застосування. Здобувачі освіти виконують свої наукові дослідження у руслі пріоритетних напрямів наукових досліджень та науково-технічних розробок в Україні, серед яких «Енергетика та енергоефективність», «Раціональне природокористування», «Нові речовини і матеріали» [12]. Робота над дисертаційним дослідженням проходить не тільки в лабораторних умовах, а й на конкретному виробництві, де наукові доробки впроваджуються у практичну діяльність.

До прикладу, аспіранти ДУ «ІХБГ НАН України», маючи фундаментальні теоретичні знання, працюють над пошуком альтернативних енергетичних джерел, вирішенням проблеми утилізації та переробки відходів сільськогосподарських, промислових виробництв, побутових відходів, включаючи стічні води і тверде сміття міських звалищ, розвитку комплексних технологій із використанням процесів метанового бродіння при утилізації біомаси, в результаті якого утворюється біогаз.

Кліматичні зміни спонукають до пошуку чи модернізації методів підвищення стресостійкості рослин; виведення нових сортів з високою продуктивністю та стійкістю до різноманітних шкідників та захворювань; аналізу змін у популяціях, зумовлених стрімкими інвазіями; пошуку природних джерел генів, які можна використати для генетичного поліпшення видів; розробки методів отримання наночастинок із заданими властивостями; створення високопродуктивних штамів, здатних позаклітинно продукувати цільові речовини (амінокислоти, вітаміни); створення трансгенних рослин, стійких до забруднення важкими металами з подальшою перспективою їх використання як гіперакумуляторів при фітореMediaції антропогенно трансформованих ґрунтів, або фітотокорекції видів із низьким рівнем експресії генів, що забезпечують металорезистентність тощо.

Наведені приклади не вичерпують усіх можливостей екологізації освіти на другому та третьому рівнях. Вони мають спонукати стейкхолдерів до максимального використання усіх можливостей досягнення цілей сталого розвитку.

Таким чином, реалізація освітніх програм другого та третього рівнів вищої освіти біомедичного напрямку не лише відповідає цілям сталого розвитку, а й неминуче спряжена з екологічним порядком денним.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Rio declaration on environment and development / https://en.wikisource.org/wiki/Rio_Declaration_on_Environment_and_Development
2. 17 Goals to Transform Our World / <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>
3. Purvis, B., Mao, Y. & Robinson, D. Three pillars of sustainability: in search of conceptual origins. / B.Purvis, Y.Mao, & D.Robinson // *Sustain Sci*, 2019. – 14. – P. 681–695. <https://doi.org/10.1007/s11625-018-0627-5>
4. Про концепцію екологічної освіти в Україні (офіційний текст) / <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v6-19290-01#Text>

5. 70 Years on Red Cross Hospitals still treat Thousands of Atomic Bomb Survivors / <https://www.icrc.org/en/document/70-years-red-cross-hospitals-still-treat-thousands-atomic-bomb-survivors>
6. 10 найстрашніших екологічних катастроф в історії людства / <https://www.unian.ua/longrids/10-naistrashnishih-ecologichnih-katastrof-v-istorii-liudstva/>
7. Підвисоцька Н.І. Сучасні принципи та проблеми медико-генетичного консультування / Н.І. Підвисоцька // Клінічна та експериментальна патологія, 2015. – Т. 14, № 2. – С. 244-247. DOI: <https://doi.org/10.24061/1727-4338.XIV.2.52.2015.57>
8. Мігранти в Європі: причини, масштаби, перспективи розвитку/ <https://migrant.biz.ua/dovidkova/emigracia/myhranty-v-evrope.html>
9. Маркевич О.П. Основи паразитології: посіб. для студ. біол. ф-тів/ О.П. Маркевич. – К.: Рад. школа, 1950. – 592 с.
10. Паразитологія: Конспект лекцій: Уклад. Корнюшин В. В. – К.: МСУ, 2011. – 128 с.
11. Медична паразитологія з ентомологією: навчальний посібник / В. М. Козько, В. В. М'ясоєдов, Г. О. Соломенник та ін.; за ред. В. М. Козька, В.В. М'ясоєдова. – К.: Медицина, 2017. – 236 с.
12. Перелік пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 31 грудня року, наступного після припинення або скасування воєнного стану в Україні (офіційний текст) <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/476-2024-%D0%BF#Text>

Пастухова Наталія Леонідівна, к.б.н., доцент, с.н.с., старший науковий співробітник відділу геноміки та молекулярної біотехнології, Державна установа «Інститут харчової біотехнології та геноміки Національної академії наук України», м. Київ, nataliia.pastukhova@gmail.com

Садовниченко Юрій Олександрович, к.б.н., доцент, доцент кафедри медичної біології, Харківський національний медичний університет, м. Харків

Блум Ярослав Борисович, д.б.н., професор, академік НАН України, директор, Державна установа «Інститут харчової біотехнології та геноміки Національної академії наук України», м. Київ

М'ясоєдов Валерій Васильович, д.б.н., професор, проректор з наукової роботи, Харківський національний медичний університет, м. Харків

Pastukhova Nataliia Leonidivna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Senior Researcher, Senior Researcher at the Department of Genomics and Molecular Biotechnology, Institute of Food Biotechnology and Genomics of National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, nataliia.pastukhova@gmail.com

Sadovnychenko Iurii Olexandrovych, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Medical Biology, Kharkiv National Medical University, Kharkiv

Blum Yaroslav Borysovych, Doctor of Sciences in Biological Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Sciences of Ukraine, Director, Institute of Food Biotechnology and Genomics of National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

Miasoiedov Valerii Vasyliovych, Doctor of Sciences in Medical Sciences, Professor, Vice-Rector for Research, Kharkiv National Medical University, Kharkiv

СТАН ОЧИСНИХ СПОРУД В УКРАЇНІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано стан забезпечення населених пунктів України очисними спорудами каналізації та використання осадів стічних вод. Запропоновано напрямки утилізації осадів стічних вод.

Ключові слова: стічні води, очисні споруди каналізації, осади стічних вод.

Abstract

The state of provision of settlements of Ukraine with sewage treatment facilities and use of sewage sludge is analyzed. The directions of sewage sludge utilization are offered.

Keywords: wastewater, sewage treatment plants, sewage sludge.

Вступ

Якість і чистота води – здоров'я нації. 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.

Результати дослідження

Чисельність населення України по областях представлена в таблиці 1. Нажаль, в Україні немає достовірних даних про кількість діючих споруд для очистки води по областях.

Таблиця 1 - Чисельність населення України.

№ п/п	Адміністративні території	Чисельність населення		
		Сукупне населення	Міське населення	Сільське населення
1.	Вінницька	1 545 416	799 385	746 031
2.	Волинська	1 031 421	539 179	492 242
3.	Дніпропетровська	3 176 648	2 668 744	507 904
4.	Донецька	4 131 808	3 754 349	377 459
5.	Житомирська	1 208 212	716 457	491 755
6.	Закарпатська	1 253 791	465 904	787 887
7.	Запорізька	1 687 401	1 306 231	381 170
8.	Івано-Франківська	1 368 097	606 764	761 333
9.	Київська	1 781 044	1 105 383	675 661
10.	Кіровоградська	933 109	591 944	341 165
11.	Луганська	2 135 913	1 859 590	276 323
12.	Львівська	2 512 084	1 534 040	978 044
13.	Миколаївська	1 119 862	768 022	351 840
14.	Одеська	2 377 230	1 597 062	780 168
15.	Полтавська	1 386 978	867 201	519 777
16.	Рівненська	1 152 961	548 088	604 873
17.	Сумська	1 068 247	741 430	326 817
18.	Тернопільська	1 038 695	473 727	564 968
19.	Харківська	2 658 461	2 158 121	500 340
20.	Херсонська	1 027 913	631 317	396 596
21.	Хмельницька	1 254 702	720 752	533 950
22.	Черкаська	1 192 137	678 682	513 455
23.	Чернівецька	901 632	390 551	511 081
24.	Чернігівська	991 294	649 063	342 231
25.	Україна	44 256964	30 735929	13 521035

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. Однак, загальна ситуація із централізованим водопостачанням та водовідведенням виглядає так, як показано в таблицях 2-3 [1]. Аналіз таблиць 1-3 показує, що понад 13 млн. сільського населення не мають можливості користуватись водовідведенням і спорудами для очистки води.

Таблиця 2 - Стан забезпеченості населених пунктів централізованим водопостачанням та водовідведенням [1]

№	Область	Чисельність н/п, усього			Забезпечено централізоване					
					водопостачання			водовідведення		
		міста	сміт	села	міста	сміт	села	міста	сміт	села
1.	Вінницька	18	29	1456	18	29	359	18	19	5
2.	Волинська	11	22	1054	11	18	319	9	18	25
3.	Дніпропетровська	20	46	1372	20	46	348	19	33	29
4.	Донецька	40	72	128	40	70	128	40	38	14
5.	Житомирська	12	43	1613	12	38	125	12	35	17
6.	Закарпатська	11	19	579	11	19	191	11	17	16
7.	Запорізька	14	22	914	14	20	488	14	11	18
8.	Івано-Франківська	15	24	765	15	13	26	15	11	9
9.	Київська	26	30	1126	26	29	830	26	25	58
10.	Кіровоградська	12	27	991	12	22	217	11	18	6
11.	Луганська	12	24	497	12	18	35	12	9	3
12.	Львівська	44	34	1850	42	24	211	39	17	11
13.	Миколаївська	9	17	885	9	16	513	9	17	19
14.	Одеська	19	33	1124	19	33	126	19	14	14
15.	Полтавська	16	20	1810	16	20	548	16	17	37
16.	Рівненська	11	16	999	11	16	204	11	15	21
17.	Сумська	15	20	1458	15	20	500	15	12	13
18.	Тернопільська	18	17	1023	17	15	46	17	10	6
19.	Харківська	17	61	1673	17	54	353	16	39	37
20.	Херсонська	9	31	658	9	29	641	9	19	70
21.	Хмельницька	13	24	1414	13	24	438	13	15	12
22.	Черкаська	16	15	824	16	15	162	16	5	14
23.	Чернівецька	11	8	398	10	7	15	9	7	0
24.	Чернігівська	16	29	1465	16	28	194	15	14	11
25.	м.Київ	1			1			1		
	РАЗОМ	406	683	26076	402	623	7017	392	435	465

Потужності ОСК, які ще експлуатуються, збудовані у 60-70 роках ХХ століття, морально і фізично застарілі і не виконують свого водоохоронного призначення.

Особливо гостро стоїть питання забезпечення сільських населених пунктів, невеликих селищ, приватних будинків, окремих приватних підприємств малими очисними спорудами, оскільки, як видно з таблиці 3, у 25611 сільських населених пунктах відсутнє водовідведення.

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.

Таблиця 3 - Відсутнє централізоване водопостачання і водовідведення [1]

№	Область	Відсутнє централізоване					
		водопостачання			водовідведення		
		міста	сmt	села	міста	сmt	села
1.	Вінницька			1097		10	1451
2.	Волинська		4	735	2	4	1029
3.	Дніпропетровська			1024	1	13	1343
4.	Донецька		2			34	114
5.	Житомирська		5	1488		8	1596
6.	Закарпатська			388		2	563
7.	Запорізька		2	426		11	896
8.	Івано-Франківська		11	739		13	756
9.	Київська		1	296		5	1068
10.	Кіровоградська		5	774	1	9	985
11.	Луганська		6	462		15	494
12.	Львівська	2	10	1639	5	17	1839
13.	Миколаївська		1	372			866
14.	Одеська			998		19	1110
15.	Полтавська			1262		3	1773
16.	Рівненська			795		1	978
17.	Сумська			958		8	1445
18.	Тернопільська	1	2	977	1	7	1017
19.	Харківська		7	1320	1	22	1636
20.	Херсонська		2	17		12	588
21.	Хмельницька			976		9	1402
22.	Черкаська			662		10	810
23.	Чернівецька	1	1	383	2	1	398
24.	Чернігівська		1	1271	1	15	1454
25.	м. Київ						
	РАЗОМ	4	60	19059	14	248	25611

* В Херсонській обл. централізоване водопостачання у сmt відсутнє частково

Висновок

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. Од-нак, досі є незрозумілий механізм їх використання. Якщо, кошти за водовідведення передбачають тільки водовідведення без очистки, то очевидно, що процес очистки води є безкоштовним. Безкошто-вна очистка призводить до скиду недоочищених стічних вод і відсутності коштів на реконструкцію застарілих і зношених ОСК.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2022 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.

Гарсія Камачо Ернан Улліанодт – аспірант кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ullianodht7777@gmail.com.

Васильківський Ігор Володимирович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: igor.vntu@gmail.com

Hernan Camacho Garcia Ullianodt – Postgraduate of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ullianodht7777@gmail.com.

Vasylkivskiy Igor Volodymyrovych – Ph.D., Docent, Associate Professor of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: igor.vntu@gmail.com

УМОВИ МІГРАЦІЇ ІХТІОФАУНИ ПІВДЕННОГО БУГУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано умови міграції іхтіофауни Південного Бугу в результаті будівництва гідроелектростанцій. Запропоновано напрямки збереження і відновлення іхтіофауни Південного Бугу.

Ключові слова: родина осетрових, іхтіофауна, рибоходи гідроелектростанцій.

Abstract

The migration conditions of the South Bug ichthyofauna as a result of the construction of hydroelectric power stations were analyzed. Directions for conservation and restoration of the ichthyofauna of the Southern Bug are proposed.

Keywords: sturgeon family, ichthyofauna, fish farms of hydroelectric power plants.

Вступ

Міграція іхтіофауни відбувається з метою пошуку найбільш оптимальних умов існування, кормової бази і нересту. Якщо шляхи міграції штучно перекриваються греблями МГЕС, то природна популяція повністю гине. Місце втраченої природної популяції може бути зайнято менш вибагливою і менш цінною популяцією. На жаль, трагедія втрати цінних природних видів іхтіофауни буде тривати доти, поки не залишиться жодної популяції здатної вижити за даних умов.

Пошкодження риб при проходженні гідротурбін ГЕС

При проходженні через турбіни у риб спостерігаються механічні та біологічні пошкодження, а також аномальна поведінка. Візуальні обстеження тіла, а також результати розтину загиблих риб дозволили виявити такі основні види травм: випинання очей, рвані рани і розрізи, пошкодження покриттів тіла, бульбашки газу в м'язах спини, на зябрових пелюстках, плавниках і в кровоносних судинах, крововиливи в очах, в основах плавників, м'язах, органах черевної порожнини і в мозку, баротравми плавального міхура, розрив стінок плавального міхура, аритмія дихання. У деяких загиблих риб спостерігалось знебарвлення тіла, а в інших, навпаки, його підвищена пігментація. У більшості випадків у риб відзначалися крововиливи в тканинах і органах.

Характер травм багато в чому залежить від розмірів тіла риб. У дрібних риб найбільш сильно ушкоджувався плавальний міхур, а у великих - крім того, спостерігалось порушення покриттів тіла, розрив м'язів і перелом хребта. У загиблих риб спостерігаються: рубані рани, пошкодження тулуба, відсутність частин тіла (рисунок 1).



а) загибель риби в турбінах ГЕС



б) смертельні пошкодження риби, яка йшла на нерест через греблю ГЕС

Рис. 1. Фото загиблих риб, які вимушені йти на нерест через греблі ГЕС

Дамби не тільки перекривають прохідним риbam шлях до місць нересту. Вони впливають і на самі нерестовища. Осетри, наприклад, відкладають ікру в місцях швидкої течії на кам'янисте або галькове дно, до якого вона приклеюється.

Великі водосховища поглинають більшість таких місць, замулюють їх і виводять з ладу як нерестовища.

Прохідні осетрові відкладають ікру на галечному або чистому піщаному дні річки. При підпорі річок відбувається замулювання ґрунту, і нерестовища при за таких умовах втрачають своє значення.

Нерестові міграції роблять і інші риби. Проводячи зиму зазвичай в пониззі річки, в більш глибоких її ділянках (і з цієї причини звані іноді «ямними»), вони для розмноження теж піднімаються по річці, хоча і не так далеко від місць зимівлі, як прохідні. Після нересту вони спускаються в передгірлової райони моря. Таких риб називають напівпрохідними. У цю групу входять багато коропових риб басейну Чорного моря, наприклад, лящ, сазан, жерех, сом, судак, вобла, тарань і ін.

Наразі в Україні для перешкоджання потраплянню риби, яка йде на нерест через турбіни ГЕС, використовуються варварські електрозагороджувальні пристрої (рис. 2) для відлякування риб. В результаті риба отримує електротрамви наслідки яких досі не досліджені. Використання електрозагороджувальних пристроїв можливо тільки після проведення додаткових досліджень поведінки риб в електричних полях.

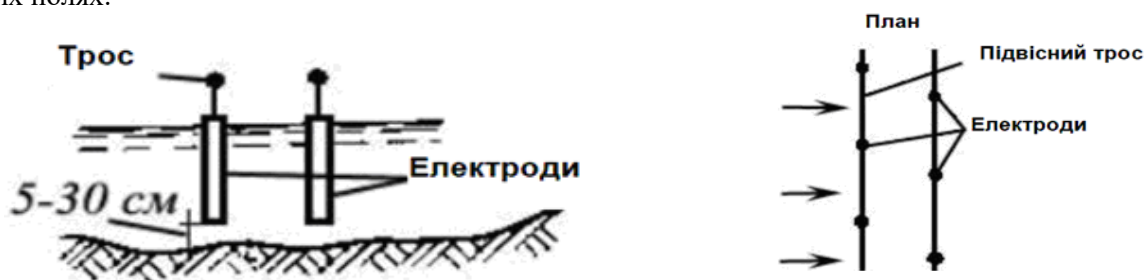


Рис. 2. Електрозагороджувальні пристрої

Проблема збереження і збільшення рибних запасів в умовах, створених гідроелектростанціями на найголовніших річках, вирішується різними шляхами. При спорудженні гребель в деяких випадках влаштовуються обхідні канали, так звані рибоходи. Посилюється і раціоналізується заводське рибозведення. Вживаються заходи для штучного формування іхтіофауни в створюваних водосховищах.

Чому в Україні немає нормальних умов для міграції іхтіофауни?

Річки – єдині, комфортні, природні ареали існування представників іхтіофауни. Будь-яка зміна природного, гідрологічного режиму річки обов'язково відображається на умовах існування видів, які її населяють. Перетворення річок на суцільний каскад водосховищ із сповільненою течією призводить: до підвищення рівня забруднення води; зміни температурного режиму; підвищення процесу евтрофікації; замулення русла; зупинення шляхів міграції, знищення природних нерестовищ і кормової бази представників іхтіофауни.

Проблема міграції іхтіофауни вперше була вирішена в 1909 році бельгійським вченим Г. Денілом, який запропонував конструкцію рибохода (рис.3). Перегородки розташовувались таким чином, щоб створювати зворотний потік у стінок і дна, що в свою чергу уповільнює основний потік. Рибохід в такому випадку може бути встановлений на відносно крутому схилі, зазвичай з відношенням висоти до довжини 6/1 і зберігати максимальну швидкість менше 1,21 м/сек. Ці моделі рибоходів ефективно застосовуються в місцях, де мало простору [1-5].



Рис. 3. Конструктивні особливості рибоходу Деніла [4]

Для створення нормальних умов міграції представників іхтіофауни у розвинених країнах на ГЕС застосовуються рибохідні канали (рис.4), і fish-friendly турбіни (рис.5).



Рибохід ГЕС Джон Дей на річці Колумбія штат Вашингтон в США



Невеликий рибохід на річці Отгер у Великобританії



Рибохід із відновленим природним рельєфом на річці Рейн у Німеччині

Рисунок 4 - Приклади рибоходів

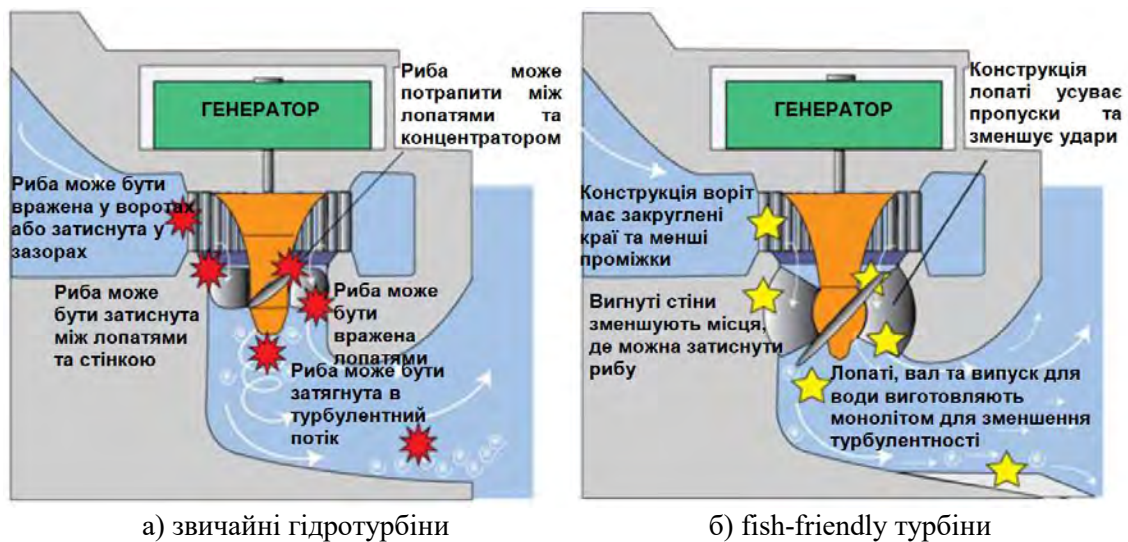


Рис. 5. Конструктивні особливості звичайних гідротурбін та fish-friendly турбін [5]

Висновки

Для відновлення нормальних умов міграції іхтіофауни українських річок, зокрема Південного Бугу необхідно здійснити наступні першочергові заходи:

- 1) заборонити використання на ГЕС електрозагороджувальних пристроїв, які завдають електротравми личинкам і молоді риб
- 2) замінити звичайні гідротурбіни ГЕС та fish-friendly турбіни;
- 3) збудувати рибохідні канали і створити умови для міграції прохідних видів риб через греблі ГЕС;
- 4) провести інвентаризацію об'єктів інфраструктури в зоні санітарної охорони водного об'єкта і досягнути виконання вимог водного кодексу України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Василь Вовчак, Олександр Тесленко, Олексій Самченко. Мала гідроенергетика України. Технологічні особливості малих ГЕС. Том II.
2. Павлов Д.С., Скоробогатов М.А. Миграции рыб в зарегулированных реках. – М.: Товарищество научных изданий КМК. 2014. 413 с.
3. Наукова еколого-експертна оцінка проектів малих ГЕС в Івано-Франківській області / Я. О. Адаменко, Л. М. Архипова, С. В. Пернеровська // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. - 2013. - № 2. - С. 26-31. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ebzp_2013_2_6
4. Fish Friendly Technology. <https://sites.google.com/site/betasaveourdams/fish-friendly-technology>
5. NSW Department of Primary Industries. Fishways. <https://www.dpi.nsw.gov.au/fishing/habitat/rehabilitating/fishways>

Гарсія Камачо Ернан Улліанодт – аспірант кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ullianodht7777@gmail.com.

Кавун Ангеліна Петрівна – студентка групи ТЗД-22м, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: kavunn18407@gmail.com

Васильківський Ігор Володимирович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: igor.vntu@gmail.com

Hernan Camacho Garcia Ullianodt – Postgraduate of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ullianodht7777@gmail.com.

Kavun Angelina Petrivna – student, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kavunn18407@gmail.com

Vasylykivskiy Igor Volodymyrovych – Ph.D., Docent, Associate Professor of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: igor.vntu@gmail.com

УТИЛІЗАЦІЯ ОСАДІВ СТІЧНИХ ВОД

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано використання осадів стічних вод на очисних спорудах України. Запропоновано напрямки утилізації осадів стічних вод.

Ключові слова: стічні води, очисні споруди каналізації, осади стічних вод.

Abstract

The use of sewage sludge at sewage treatment plants in Ukraine was analyzed. Directions for the disposal of sewage sludge are proposed.

Keywords: wastewater, sewage treatment plants, sewage sludge.

Вступ

Упродовж останніх десятиліть катастрофічно зростають масштаби утворення та накопичення різноманітних відходів, що призводить до відчуження нових територій та забруднення довкілля. Одним з таких стрімко зростаючих за кількістю відходів є осади стічних вод (ОСВ), що утворюються на очисних станціях населених пунктів. В необробленому вигляді ОСВ протягом десятків років зливалися на переобтяжені мулові площадки, у відвали, водосховища, кар'єри, що призвело до порушення екологічної безпеки й умов життя населення. Тільки на території України кількість накопиченого осаду перевищує 5 млн. т, до яких щороку додається ще 3 млн. т нових осадів. Тому назріла нагальна потреба у модернізації наявних способів обробки осадів та пошуку і розробці нових технологій їх утилізації.

Результати досліджень

Осади виділяються в результаті очищення побутових, сільськогосподарських і промислових стічних вод. До осадів відносяться всі домішки (нерозчинені і розчинені), затримані головним чином первинними і вторинними відстійниками, флоатаційними, фільтраційними та іншим обладнанням після механічного, біологічного і фізико-хімічного очищення. Осади побутових стічних вод у порівнянні з виробничими по складу більш однорідні.

Усі домішки в осадах стічних вод діляться на органічні і мінеральні. Основним хімічним елементом органічних речовин є вуглець; у них є також фосфор, сірка, водень. У деяких домішках утримується багато бактеріальних включень (бактерії, дріжджові і цвілеві гриби) і планктон. Мінеральні домішки містять у собі частки ґрунту, шлаків, руди, металів, масла та інших речовини. У нерозчинених домішках побутових стічних вод органічні речовини становлять 75-80%, а мінеральні – 25-20%. Основні властивості осадів (форми зв'язку води, питомий опір, пластичність, в'язкість, а також хімічні та фізико-механічні особливості) багато в чому залежать від вологості, яка у вихідних осадах зазвичай знаходиться в межах 99,7 - 90%. Залежно від способу очищення, а також від фазово-дисперсного стану домішок розрізняють осади первинні і вторинні. До первинних осадів відносяться грубодисперсні домішки I групи, які перебувають у твердій фазі і виділені з води методами механічного очищення (седиментація, фільтрація, флоатація, осадження у відцентровому полі). Розмір часток цих домішок більш 10-5 см. До вторинних осадів відносяться домішки II, III і IV груп, що перебувають у воді у вигляді колоїдів, молекул, іонів, які можуть бути переведені у тверду фазу і вилучені зі стічної води лише в результаті біологічного і фізико-хімічного очищення. Розмір цих домішок 10-5-10-7 см. Вторинні осади поділяються на домішки колоїдної і молекулярної дисперсності II і III груп, виділені зі стічної води у тверду фазу в результаті біологічного очищення, – активний мул, біоплівка (розміри часток цих домішок 10-5-10-6 см) і на домішки молекулярної та іонної дисперсності III і IV груп, виділені з води у тверду фазу в результаті фізико-хімічного очищення, - шлами (розміри часток цих домішок 10-6-10-7 см). Класифікація ОСВ з урахуванням

способів їх виділення і обробки подана в таблиці 1. В осадах, як і в стічній воді, можна знайти всі основні форми бактерій: паличкоподібні (циліндричні), до яких відносяться бацили, диплобацили і диплобактерії; кулясті (еліпсоїдні), до яких відносяться всі шість видів коків; звиті, які підрозділяються на спірохети, спірили і вібріони. Бактеріальна заселеність осадів величезна. Наприклад, в 1 см³ сирого первинного осаду вологістю 94,3% утримується близько 42 млн. бактерій по «прямому рахункові», а в 1 г сухої речовини – від 740 тис. до 1 млн. Якщо прийняти в середньому діаметр бактеріальної клітини рівним 0,001 мм, то сумарний об'єм 100 млн. бактерій, що втримуються, наприклад, в 1 см³ осаду, складе близько 0,4 см³ з масою приблизно 400 мг. При вмісті води в бактеріях, рівному 80–85%, суха речовина складе 60–80 мг/см³ осаду.

Знання хімічного складу осадів необхідно для визначення найбільш раціональних шляхів їх використання і обробки. У таблиці 2 поданий загальний хімічний склад осадів міських стічних вод. В останній графі таблиці 2 зазначені невраховані аналізом сполуки.

Таблиця 1 – Класифікація осадів стічних вод.

Група осадів або домішок	Класифікація осадів	Спори і устаткування, що затримують осади або їх оброблюють
I	Осади грубі (відходи).	Ґрати, сита
II	Осади важкі.	Пісколовки
III	Осади плаваючі.	Жирівки, відстійники
IV	Осади первинні, сирі, виділені зі стічної води в результаті, механічного очищення і не піддані обробці.	Відстійники первинні, освітлювачі
V	Осади вторинні, сирі, виділені зі стічної води після біологічного і фізико-хімічного очищення.	Відстійники вторинні, флотатори
VI	Осади зброджені, що пройшли обробку в анаеробних перегнивачах або осади стабілізованих аеробних стабілізаторів.	Септики, двох'ярусні відстійники, освітлювачі, перегнивачі, метантенки, аеробні стабілізатори
VII	Осади ущільнені, піддані згущенню до границі текучості (до вологості 90-85%).	Ущільнювачі: гравітаційні, термогравітаційні, флотаційні, сепаратори, термофлотаційні, центрифуги-ущільнювачі, майданчики граничного ущільнення.
VIII	Осади зневоднені, піддані згущенню до вологості 80-40%.	Намулові майданчики і площадки: високо-продуктивні вакуум-фільтри, центрифуги, фільтрпреси, шнекові преси та ін.
IX	Осади сухі, піддані термічному сушінню до вологості 5-40%.	Сушарки: барабанні, вальцові, з киплячим шаром, із зустрічними струменями, камерні, стрічкові та ін.

Таблиця 2 – Загальний хімічний склад осадів, % до абсолютно сухої речовини

Типи осадів	Зола	Бензол вні речови ни	Альфац ел- люлоза	Геміцел- люлоза	Жи- ри	Загаль- ний азот	Фос- фор	Ка- лій	Клітко- вина	Неврах- овані сполук и
Первинні сирі	10,1– 27,98	89,9– 72,02	7,52– 12,0	7,68–25,4	14,3– 17,0	3,2– 3,66	1,4– 2,11	0,2	-	33
Первинні зброджені в метантенках мезофільне шумування	28-40	59-72	2,8-9	5,8-9	7,6-9	3-4,3	2,4- 4,8	-	-	35
термофільне шумування	41,37	58,6	1,6	6,0	9,0	3,8	4,9	-	-	28
Активний мул із вто-ринних від-стійників піс-ля аеротенків	24,5- 26,2	74,0- 75,6	0,74- 2,58	3,0-6,10	7,11- 7,90	7,28- 6,74	5,39	-	-	-

До них у сирих осадах відносяться головним чином білкові речовини, а в зброджених – гумінові сполуки, що підвищують цінність осаду як добрива [1]. В умовах масового будівництва і розширення існуючих споруд для очищення міських і виробничих стічних вод складною проблемою є обробка і використання осадів, що утворюються. Об'єми осаду великі і становлять близько 1...2 % від витрат очищуваних стічних вод. Ці осади, як правило, належать до тих суспензій колоїдного типу, що важко фільтруються. Їх бактеріальна забрудненість, наявність органічних речовин, здатність швидко загнивати з виділенням неприємних запахів, а також неоднорідність складу і властивостей ускладнюють їх обробку.

Технологія обробки осадів полягає в зброджуванні їх в метантенках очисних споруд з підсушкою на мулових майданчиках. Вологість підсушеного осаду 75...80 %, внаслідок чого об'єм зменшується в 2-5 разів.

На великих очисних станціях замість мулових майданчиків для підсушування осаду, що потребує великих територій, споруджують устаткування для їх штучного обезводнення. Широко застосовується штучне зневоднення осаду вакуум-фільтрами або центрифугами навіть на невеликих за продуктивністю очисних спорудах порядку 3800-15000 м³ на добу стічних вод.

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 фоновий 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.

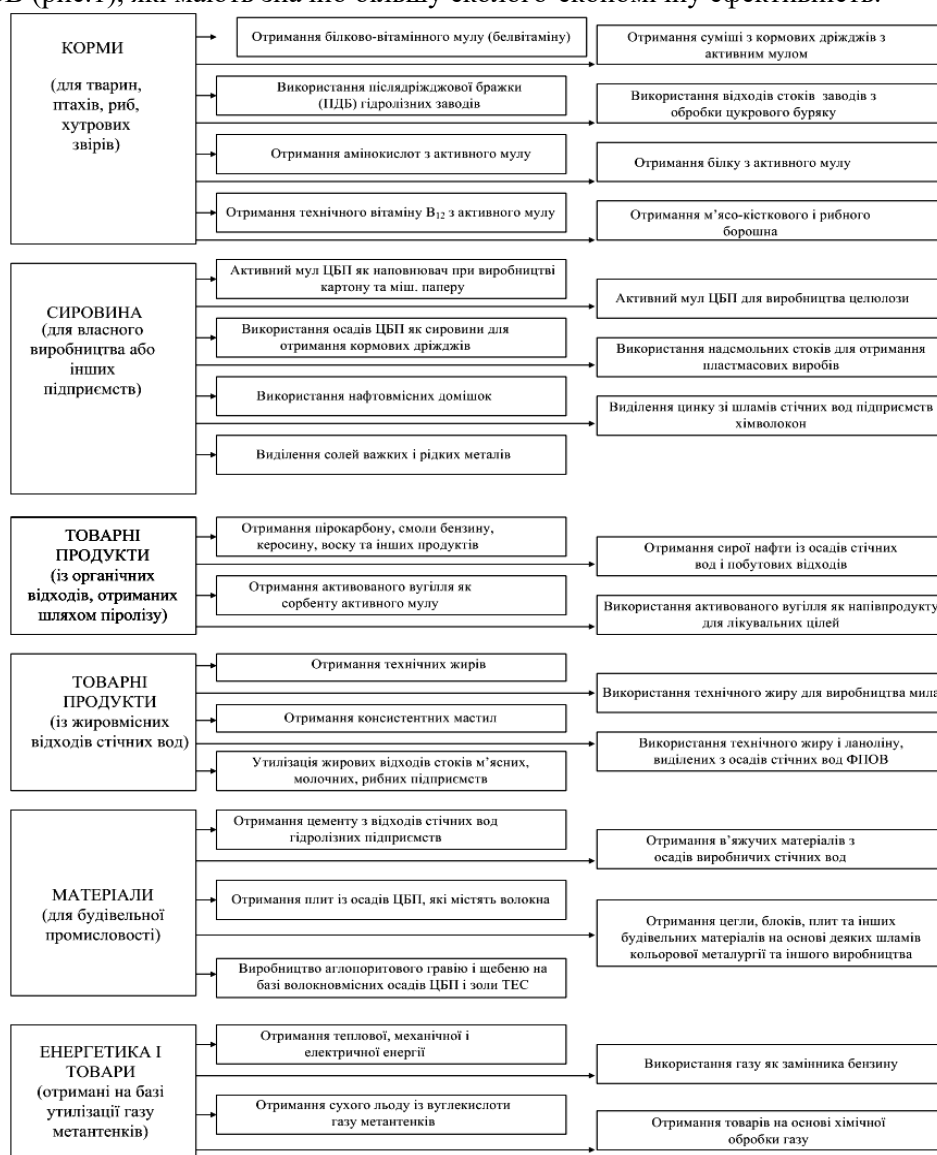


Рисунок 1 – Можливі напрямки утилізації осадів стічних вод [3]

Висновок

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.

Отже, комплексне використання ОСВ, за умови відповідності їх складу технічним вимогам, усуває забруднення навколишнього природного середовища і має велике природоохоронне та народногосподарське значення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2022 році.
2. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Вінницькій області у 2023 році.
3. 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.

Гарсія Камачо Ернан Улліанодт – аспірант кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ullianodht7777@gmail.com.

Hernan Camacho Garcia Ullianodt – Postgraduate of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ullianodht7777@gmail.com.

**Гарсія Камачо Ернан Улліанодт
І. В. Васильківський**

ВИКОРИСТАННЯ РІЧКОВОГО МУЛУ ПІВДЕННОГО БУГУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновані інноваційні підходи використання донних відкладень Південного Бугу.

Ключові слова: Південний Буг, донні відкладення, річковий мул, сапропель.

Abstract

Innovative approaches to the use of bottom sediments of the Southern Bug are proposed.

Key words: Southern Bug, bottom sediments, river silt, sapropel

Вступ

Основна причина замулення річки Південний Буг в районі міста Вінниця – зменшення швидкості течії підпором Сабарівського водосховища, затоплювання і заболочення пойми весняними повеннями, внаслідок чого пойма заросла очеретом, русло замулене, місцями затоплюючи значну частину прибережної зони.

Для відновлення сприятливого гідрологічного режиму та підтримання санітарного стану річки Південний Буг на ділянці від греблі Сабарівської ГЕС до об'їзного мосту у місті Вінниця передбачена очистка русла від мулових наносів не заглиблюючись в корінний ґрунт і не змінюючи умови живлення річки та фільтраційні витрати через дно.

Річкові донні відкладення здавна використовувалися у народному господарстві, оскільки вважаються цінним джерелом біогумусу та різноманітних біогенних сполук.

Мета роботи – запропонувати інноваційні шляхи використання донних відкладень Південного Бугу.

Комплексне очищення річки Південний Буг

Загальна довжина розчистки річки Південний Буг у Вінниці становить 13380 м. Ширина водного плеса змінюється від 110м до 200м, глибина побутового стоку – коливається від 2.5 до 4,0 м. Загальний об'єм мулових наносів, що передбачається до очистки складає 1780 тис м³.

Розчистка даної ділянки проводиться земснарядом і спеціальним екскаватором-амфібією на берегові карти намиву та на баржі для транспортування пульпи на віддалені карти намиву. З дна річки вже дістали 20 тис. кубометрів річкового мулу (донних відкладень) рисунок 1-3.

Після закінчення очистки річки та підсихання мулу на картах намиву проектом передбачено благоустрій берегів, порушених при виконанні робіт. Карти намиву розрівнюються бульдозером. Укоси насипів та виїмок плануються екскаватором з ковшом-планувальником. Спланована територія готується під посів багаторічних трав, а для відновлення видалених дерев передбачена посадка саджанців.

Отже, згідно проекту розчистки русла річки Південний Буг у Вінниці, переробка цінного біоресурсу - донних відкладень річки Південний Буг взагалі не передбачається. Тому, наукове товариство інституту екологічної безпеки та моніторингу довкілля Вінницького національного технічного університету пропонує інноваційні підходи до використання донних відкладень (мулу) річки Південний Буг.

Передбачена площа мулових майданчиків на березі Південного Бугу становить 7,6 га. Крім цього будуть задіяні площі для віддалених карт намиву донних відкладів. Територія розчищається від прибережних дерев, кущів верболозу та заростів очерету і розрівнюється з формуванням первинного обвалування бульдозером.

Пропонується складувати річковий мул (донні відкладення) у геотуби на невеликих площадках, зберігаючи прибережні дерева, кущі верболозу та зарості очерету (рис. 4, рис. 5).



Рис. 1. Донні відкладення (мул) Південного Бугу



Рис. 2. Робота земснаряда в акваторії Сабаріського водосховища

Зокрема, 20 тис. кубометрів видобутого річкового мулу при вологемності 96,4% можна розмістити у двох геотубах шириною 16 м, довжиною 60 м, або в шести геотубах шириною 16 м, довжиною 20 м, покладених один на одного, при цьому воломіст складе не більше 70%. Площадка із геотубами займе площу близько 2000 м², тобто 0,2 га. При цьому процес зневоднення видобутого річкового мулу у геотубах займає кілька тижнів, тоді як на традиційних мулових майданчиках аналогічні процеси протікають роками. В разі використання флокулянта, річковий мул з початковим вмістом води 96,4%, зневоднюється в геотубі до вмісту води 69,4% за 17 годин.



Рис. 3. Берегова карта наміву донних відкладень Південного Бугу.

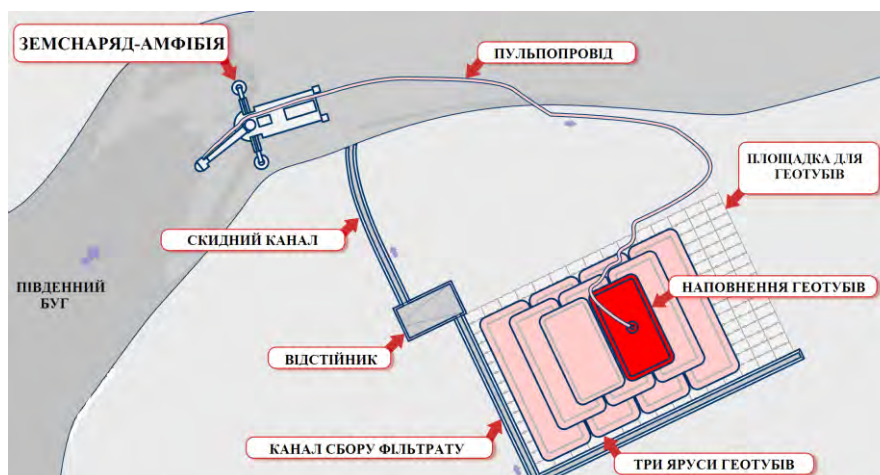


Рис. 4. Площадка із геотубами.



Рис. 5. Зневоднення та зберігання річкового мулу у геотубах.

Зневоднений в геотубах річковий мул (донні відкладення) можуть зберігатися в цих же геотубах необмежений час, при цьому зневоднені речовини не зволожуватимуться і невимиватимуться із внутрішнього об'єму геотуба атмосферними опадами, паводками та іншими явищами.

Отже, зневоднені речовини, що містяться в геотубах, не можуть завдавати ніякого негативного впливу на навколишнє середовище. Розтин та вивіз вмісту геотуб може бути здійснений у будь-який зручний час, при цьому об'єми зневоднених речовин, значно менші, що зменшує транспортні витрати.

Використання донних відкладень в якості добрив

Річкові відкладення складаються з мулового розчину, скелета і колоїдного комплексу. У муловий розчин входить вода і розчинені в ній речовини — мінеральні солі, низькомолекулярні органічні сполуки, вітаміни і ферменти. Основа сапропелю являє собою залишки рослинного і тваринного походження, що не розклались, а колоїдний комплекс — складні органічні речовини, які надають сапропелю желеподібної консистенції.

Зовні сапропель виглядає як желеподібна однорідна маса, консистенція якої у верхніх шарах наближається до в'язкої пластичної, а в нижніх шарах маса стає більш щільною. Відкладення не мають запаху, за винятком окремих різновидів із запахом сірководню. Забарвлення сапропелю залежить від органічної речовини і мінеральних домішок. Коричневе, буре чи буро-охристе забарвлення обумовлені гуміновими речовинами або окисним залізом; зелене, темно-оливкове — наявністю хлорофілу і кремнієвої кислоти; рожеве — наявністю каротину; сіре чи темно-сіре — наявністю карбонатів; блакитне — домішкою закисного фосфорнокислого заліза або марганцю [1].

Згідно з існуючою класифікацією сапропелі поділяються на три типи: біогенний, кластогенний, змішаний. Типи, в свою чергу, розділені на класи сапропелів: органічний, кременистий, органо-силікатний, силікатний, карбонатний і залістий. У назві виду відображено склад органічної та мінеральної частин, їх співвідношення і походження. Усього виділяється 14 видів. Для кожного виду сапропелю даються кількісні показники зольності, вмісту оксиду кальцію і заліза, складу органічної речовини й визначається типологічна характеристика родовища, у якому нагромаджується певний вид сапропелю [2].

У Вінницькій області на території села міського типу Стрижавка Вінницького району під час розчищення русла річки Десенка та облаштувань берегової лінії були відібрані зразки річкового мулу, придатного до використання як добриво. Як повідомив директор Департаменту агропромислового розвитку, екології та природних ресурсів Вінницької обласної державної адміністрації М. Ткачук, мул може бути використаний як органічне та мінеральне добриво. В ньому виявлений великий вміст зольних елементів, а кислотність відкладень була оптимальною для внесення в ґрунт [3].

Виробництво косметичних засобів із річкового мулу Південного Бугу

Сфери застосування річкового мулу (сапропелю) постійно розширюються. Його використовують для виробництва медичних, косметичних та гігієнічних засобів. Нажаль, цілющий річковий

сапропель Південного Бугу – використовується тільки в якості добрив, що є надзвичайно нерациональним використанням даного природного ресурсу.

Для виробництва косметичних засобів на основі річкового мулу (сапропелі) Південного Бугу пропонується інноваційна автоматизована технологічна лінія (рис. 6).

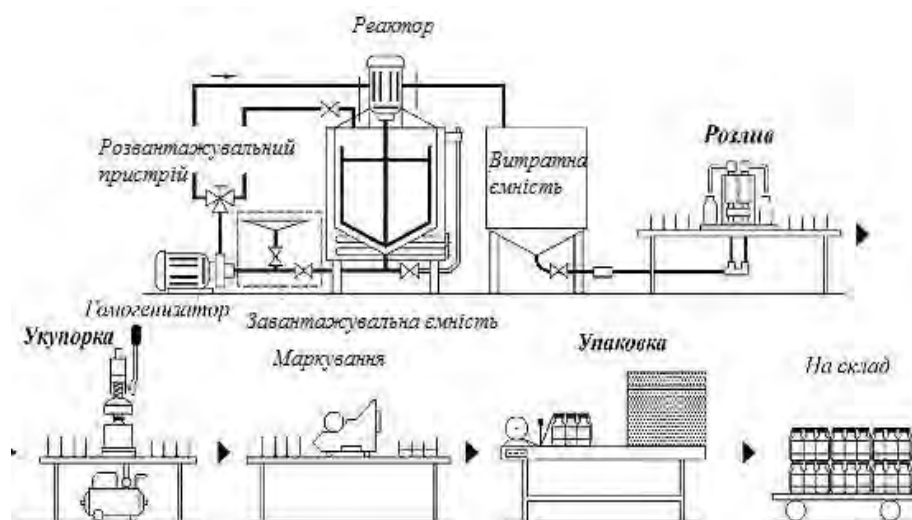


Рис. 6. Технологічна лінія з виробництва косметичних засобів на основі сапропелю.

Дана лінія здатна виготовляти сапропелеві екологічно чисті і високоефективні природні освіжаючі і очищаючі маски для обличчя, медичні і косметичні аплікації, креми. Продуктивність такої технологічної лінії складає до 600 л готової продукції на годину, площа необхідна для розміщення обладнання становить 70 м², споживана електрична потужність – 54 кВт. Фасовка готового продукту може здійснюватися в баночки, туби, відерця із поліхлорвінілу, мікросемності 150 - 300 мл (рис. 7).

Сапропель Південного Бугу поверне Вам здоров'я, красу і гарний настрій!

Пелоїдотерапія (грязелікування) популярний і ефективний метод терапії, який полягає у використанні цілющих грязей для оздоровлення. Провідні парфюмерно-косметичних фірм світу оголосили косметику на основі сапропелі косметикою XXI століття.

Властивості річкового мулу (сапропелю) визначаються трьома головними складовими: вода, зольна частина (карбонати, фосфати, кремнезем, сполуки заліза тощо), органічні речовини дуже складного і неоднорідного складу. Вологість донних відкладень становить 84 - 96 % (в середньому — 88,4 %). Органічну речовину в річковому сапропелі представлено бітумоїдами, вуглеводним комплексом гемицелюлози і целюлози, гуміновими речовинами (гуміновими кислотами, фульвокислотами та залишками, що не гідролізують). Склад органічної речовини в сапропелі становить 15-95 % маси сухої речовини.

Гумінові кислоти є основною групою біологічно активних речовин у сапропелях, їх зміст у сапропелевих відкладеннях коливається в великих межах від 4-9 до 50-60 % від загального вмісту органічних речовин. Також у складі органічної речовини присутні: каротин, хлорофіл, фосфоліпіди, стерини, органічні кислоти, спирти, гормоноподібні речовини, ферменти, вітаміни групи В (В₁, В₂, В₆, В₁₂), С, Е, Р та інші сполуки. Кількість азоту в сапропелях різних типів становить 2,7-6,0 % від вмісту органічної речовини, 25-50 % азоту входить до складу амінокислот. У сапропелях виділено 17 амінокислот (лізин, аргінін, метіонін, лейцин та фенілаланін). Вміст гемицелюлоз становить 5-8 % від органічної речовини [3].

У сапропелях вміст золи від сухої речовини коливається в широких межах — від 7 до 56 % і залежить від типу сапропелю. У золі сапропелів містяться солі макроелементів (кальцій, фосфор, сірка, калій, кремній тощо), а також мікроелементи (марганець, мідь, кобальт, цинк, бор, молібден, нікель, фтор тощо). Мікроелементи входять в орґано-мінеральні сполуки, сорбуються гелями кремнезему, гідроксидами заліза. Гумінові речовини утворюють з мікроелементами розчинні і нерозчинні комплексні сполуки.



Регенерувальний гель для шкіри із сапропелем

300 мл. - 200 грн

воду. Склад: Aqua, Sapropel Mud, Sodium Laureth Sulfate, Coco Betaine*, Capryloyl/Caproyl Methyl Glucamide*, Glycerin, Benzyl Alcohol*, Benzoic Acid*, Sorbic Acid*, Citrus Aurantium Dulcis (Orange) oil, Mentha Spicata Herb Oil, Xanthan Gum, Glucosamine Hydrochloride, Gluconolactone, Taurine, Citrus Aurantium Fruit Extract, Mel Extract, Salvia Officinalis (Sage) Extract, Sorbitol, Sodium Chloride, Lactic Acid. *Сертифікат ECOCERT/COSMOS. Застереження: для зовнішнього застосування. Уніка



Гель для мивання із сапропелем

200 мл. - 159 грн

Склад: Aqua, Sapropel Mud, Sodium Coco Sulfate*, Coco Betaine*, Capryloyl/Caproyl Methyl Glucamide*, Glycerin, Xanthan Gum, Benzyl Alcohol*, Benzoic Acid*, Sorbic Acid*, Citrus Aurantium Dulcis (orange) oil, Mentha spicata herb oil, Sodium chondroitin sulfate, Glucosamine hydrochloride, Gluconolactone, Lavandula Angustifolia (Lavender) Flower Extract, Rosmarinus Officinalis Extract, Salvia Officinalis (Sage) Extract, Sorbitol, Sodium Chloride, Lactic Acid. *Сертифікат ECOCERT/COSMOS.



Відновлювальна сапропелева маска для обличчя та шиї «Молодість»

150 мл - 199 грн

Склад: Aqua, Sapropel Mud, Cocos Nucifera (Coconut) Oil, Cetyl Alcohol, Glycerol Stearate*, Cetearyl Alcohol*, Stearic acid*, Sodium lauryl glutamate*, Glycerin, Helianthus Annuus (Sunflower) Seed Oil, Phenylethanol, Ethylhexylglycerin, Rosa Canina Fruit Oil, Xanthan Gum, Citrus Aurantium Dulcis (orange) oil, Mentha spicata herb oil, Glucosamine Hydrochloride, Gluconolactone, Benzyl Alcohol*, Benzoic Acid*, Sorbic Acid*, L-Glutamine, L-Carnitine, Aloe Vera Leaf Extract, Lactinium Mytilus Fruit Extract, Lactic Acid, Sorbitol, Tocopherol Acetate. *Сертифікат ECOCERT/COSMOS. Застереження: для зовнішнього

Рисунок 7 - Зразки косметичної продукції на основі сапропелі

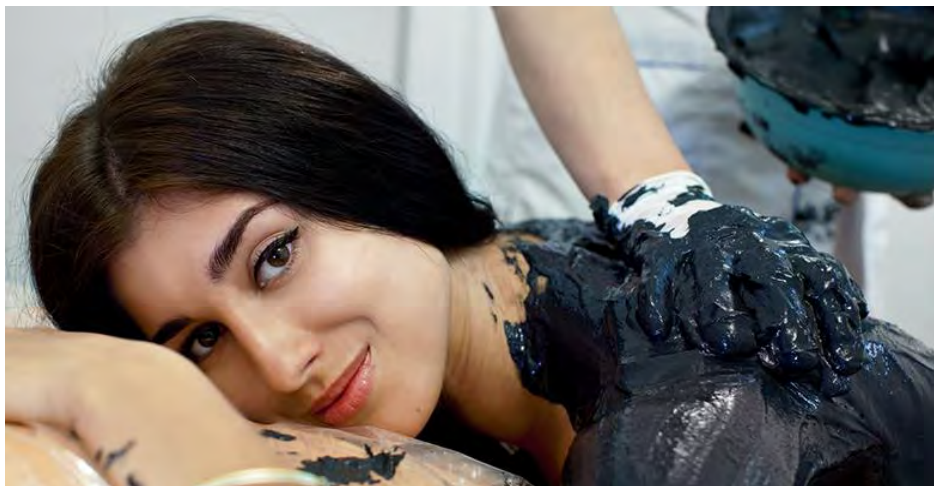
Дослідження лікувальних і цілющих властивостей річкового мулу Південного Бугу ще тривають. Однак, вже зараз можна розглядати інноваційні можливості використання річкового мулу Південного Бугу для виробництва медичних, косметичних та гігієнічних засобів. Річковий мул (сапропель) є ефективним при лікуванні багатьох хвороб травної системи: виразки шлунку, гепатиту, гастриту, коліту та ін. Сапропель дає чудові результати при терапії розладів статеві-репродуктивної сфери чоловіків та жінок, при захворюваннях шкіри та ін. Доведено, що сапропель Південного Бугу знімає запалення, володіє протимікробними якостями, підвищує імунітет та загальний тонус організму в цілому, лікує порушення нервової системи, використовується для терапії та профілактики захворювань опорно-рухового апарату: наслідків травм, захворювань суглобів, артритів та ін.

Клінічно встановлено, що застосування річкового сапропелю дозволяє: позбутися від вугрової висипки і відновити водно-ліпідний баланс шкіри; нормалізувати роботу сальних залоз шкіри голови при лупі і себорей; «підтягнути» шкіру людей похилого віку; зміцнити нігті; зміцнити волосся, особливо при ранньому облісінні і посиленому випаданні волосся; відбілити шкіру (прибрати веснянки, пігментні плями, сліди нерівної засмаги, опіки, виразки); поліпшити кровопостачання по всьому тілі, лікувати акне, себорею, демодекоз та купероз; зняти набряки; впоратися з багатьма дерматологічними захворюваннями; розгладити зморшки і запобігти появі нових; позбутися надмірної функції сальних та потових залоз; зняти біль в ногах і ефективно лікувати варикозне розширення вен. Приклад оздоровчого грязелікування у місті Хмільнику показано на рисунку 8.

Перш за все, косметика на основі сапропелі має виражену терапевтичну дію завдяки так званому теплофізичному впливу, який виникає при нанесенні препарату на шкіру. Другий важливий фактор – цінний мінеральний комплекс сапропелі включає необхідні організму людини біогенні мікроелементи [4-6].

Третій лікувальний аспект – специфічна мікрофлора, а також вітаміноподібні і гормоноподібні речовини. Зокрема функція мікрофлори донних відкладень зводиться до розщеплення органічних компонентів, що містяться в сапропелі, до більш доступних та засвоюваних і, таким чином, перетворює ці компоненти в лікувальний продукт.

Важливим є те, що цілюща дія сапропелі проявляється не тільки в місці контакту із шкірою, а й на організм в цілому. При цьому методики легко здійснимі (як зовнішньо, так і перорального та ентерального застосування), та набагато кращі для індивідуального застосування в домашніх умовах.



а) Антицелюлітна корекції фігури



б) Омолоджуюча ліфтинг-маска для обличчя

Рисунок 8 – Приклади грязелікування у Хмільнику.

Висновок

Запропонований інноваційний підхід дає можливість розвитку косметичного бізнесу, зокрема продаж річкового сапропелю Південного Бугу лікувально-оздоровчим закладам, SPA-салонам, закордонним парфюмерно-косметичним компаніям із виробництва косметичних засобів із відповідним сертифікатами якості, які є характерними для косметичних товарів.

Використання цілющих властивостей річкового сапропелю Південного Бугу дає можливість покращити здоров'я і якість життя людей та створити у місті Вінниці новий світовий бренд на ринку лікувально-оздоровчих і косметичних послуг.

Дбайливе ставлення до природних багатств, які дарує нам річка Південний Буг, дозволяє вирішити багато народногосподарських задач України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Річковий мул як хороше добриво і його корисні властивості. Режим доступу: <https://faqukr.ru/novini-ta-suspilstvo/59538-shho-take-richkovij-mul-osoblivosti-ta-korisni.html>.

2. Ільїн Л.В. Озерні відклади. Екологічна енциклопедія: У 3 т / Редкол.: А.В. Толстоухов (гол. ред.) та ін. К.: ТОВ «Центр екологічної освіти та інформації», 2008. Т. 3: О–Я. С. 17.
3. Бенсман В.Р. Проблемы классификации торфяников и сапропелів. Молодой ученый. 2010. № 1–2 (13), Т. 1. С. 146–147.
4. Kļaviņš, M., Rodinova, V., Kokorīte, I. Chemistry of Surface Waters in Latvia. Riga, University of Latvia, 2002. 286 p.
5. The Study of Lacustrine Deposit (Sapropel) in Belarus. The Chemical Composition and Properties. Journal of Japan Society on Water Environment 18(10):745-754. DOI: 10.2965/jswe.18.745.
6. Sapropel Center (company website). Режим доступу: <http://sapropel.com/p32.htm>.

Гарсія Камачо Ернан Улліанодт – аспірант кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ullianodht7777@gmail.com.

Васильківський Ігор Володимирович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: igor.vntu@gmail.com

Hernan Camacho Garcia Ullianodt – Postgraduate of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ullianodht7777@gmail.com.

Vasylkivskiy Igor Volodymyrovych – Ph.D., Docent, Associate Professor of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: igor.vntu@gmail.com

ЗНИЩЕННЯ ІХТІОФАУНИ ПІВДЕННОГО БУГУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано стан іхтіофауни Південного Бугу в результаті будівництва гідроелектростанцій. Запропоновано напрямки збереження і відновлення іхтіофауни Південного Бугу.

Ключові слова: родина осетрових, іхтіофауна, рибоходи гідроелектростанцій.

Abstract

The state of ichthyofauna of the Southern Bug as a result of construction of hydroelectric power plants is analyzed. The directions of preservation and restoration of the ichthyofauna of the Southern Bug are offered.

Keywords: sturgeon family, ichthyofauna, fish farms of hydroelectric power plants.

Вступ

Південний Буг, протягом сторіч вважався однією з найбагатших на рибу річок. Рибальство було найважливішою галуззю всіх промислів низових козаків і поставляло їм найуживаніший продукт харчування й торгівлі, а річка П.Буг вважалася одним з найкращих в Запорозжжі місць для рибної ловлі. У Бузі, Інгулі, лимані, козаки ловили стерлядь (*Acipenser ruthenus*), севрюгу (*Acipenser stellatus*), білугу чорноморську (*Huso huso ponticus*), осетра російського (*Acipenser gueldenstaedtii*), сома європейського (*Silurus glanis*), ляща звичайного (*Abramis brama*), тараню (прохідна форма *Rutilus rutilus*) та річкову камбалу чорноморську (*Platichthys flesus luscus*). Але протягом ХХ ст. Південний Буг було перегороджено декількома греблями, які практично скалічили річку і перетворили її на низку суцільних водосховищ-відстійників, які поступово забруднюються і замулюються, що створює непридатні умови для життя представників іхтіофауни.

Катастрофічні наслідки будівництва ГЕС для іхтіофауни

В 1929 році було введено в експлуатацію першу ГЕС та водосховище на Південному Бузі біля м. Первомайська. Відтоді на річці споруджено десятки малих ГЕС (таблиця 1). До найбільших належать: Ладижинська, Глибочанська, Гайворонська гідроелектростанції.

Таблиця 1 - Малі ГЕС на річці Південний Буг

№ п/п	МГЕС	Потужність, кВт	№ п/п	МГЕС	Потужність, кВт
1	Ладижинська (діюча)	7500	9	Березівська (діюча)	300
2	Сабарівська (діюча)	1050	10	Савранська (діюча)	450
3	Брацлавська (діюча)	400	11	Гайворонська (діюча)	5700
4	Глибочанська (діюча)	6130	12	Сутиська (діюча)	1400
5	Чернятська (діюча)	1400	13	Первомайська	600
6	Сандрацька (діюча)	640	14	Костянтинівська	400
7	Новокостянтинівська (діюча)	525	15	Мигійська (діюча)	600
8	Щедрівська (діюча)	640		Всього	27735

Створення водосховища порушує століттями сформовані умови життя і розмноження іхтіофауни. Скалічені греблями ГЕС річки України поступово перетворюються на суцільні каскади відстійників для поверхневого і підземного стоку, який містить неочищені стічні води. Підвищення інтенсивності евтрофікації у штучних водосховищах на річках є свідченням постійного притоку неочищених стічних вод, що позначається на зміні видового і кількісного складу іхтіофауни. Очевидним є факт скорочення кількості видів іхтіофауни. В першу чергу зникають види іхтіофауни існування яких стає нестерпним і неможливим при погіршенні гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних і мікробіологічних показників річкової води.

Загальні наслідки гідротехнічного будівництва можна поділити на такі типи:

- 1) морфометричні – зміна окреслення та протягу берегових ліній, перерозподіл глибин, зміна площі-водного дзеркала;
- 2) гідрофізичні – збільшення та зменшення водності, перерозподіл водного стоку у просторі та часі, зміна швидкості течії, зміна водообміну та терморезиму;
- 3) гідрохімічні – зміна загальної мінералізації та іонного вмісту, зміна газового (кисневого) режиму, збільшення вмісту органічних та біологічних речовин;
- 4) токсикоекологічні та радіоекологічні: збільшення вмісту важких металів, пестицидів, радіонуклідів, збільшення індексів біотестів;
- 5) гідробіологічні та біопродуктивні: зміна флори та фауни, в тому числі зменшення рідкісних, цінних та важливих господарських видів, розвиток шкідливих видів, поява цвітіння води, заростання та заболочення, погіршення умов самоочищення.

Стан Південного Бугу біля Сабарівської ГЕС

Якщо зараз піти до Сабарівської ГЕС, то можна побачити, що річка Південний Буг вся зелена та цвіте. У повітрі є запах квітучої води. Шлюзи перекриті на Сабарівській ГЕС повністю, вода в річці стоїть. На Сабарівській ГЕС тримають потрібний рівень, щоб Вінниця не залишилася без води. Коли спускають воду зі ставків у Хмельницькій області то кожен день її рівень у Південному Бугу піднімається на пару сантиметрів. Коли Сабарівське водосховище наповняється водою вище норми, її спускають через греблю, щоб вода не застоювалася. Кожного місяця вода береться на аналіз. **Вода абсолютно підходить для пиття та побутових потреб**, — запевнює керівництво БУВР Південного Бугу [1]. Однак, продемонструвати придатність води для пиття керівництво не наважується.



Рис. 1. Південний Буг «цвіте і пахне» біля греблі Сабарівської МГЕС у м. Вінниці [1].



Рис. 2. Результат евтрофікації водойми

Дамби не тільки перекривають прохідним рибакам шлях до місць нересту. Вони впливають і на самі нерестовища. Осетри, наприклад, відкладають ікру в місцях швидкої течії на кам'янисте або галькове дно, до якого вона приклеюється. Великі водосховища поглинають більшість таких місць, замулюють їх і виводять з ладу як нерестовища. Прохідні осетрові відкладають ікру на галечному або чистому піщаному дні річки. При підпорі річок відбувається замулювання ґрунту, і нерестовища за таких умов втрачають своє значення. Шлях до місць нересту прохідних риб нерідко буває досить довгим і тривалим. Нерестовища деяких видів розташовані у верхів'ях річок, далеко від гирла. До числа риб, що йдуть на нерест з моря в річки, відносяться: осетрові - білуга, осетер, севрюга; чорноморський оселедець; деякі коропові, наприклад, сирть або рибець та ін.

Знищена родина осетрових риб Південного Бугу.

Давайте проаналізуємо, яких представників іхтіофауни, за останні 80 років, ми втратили, створивши для них нестерпні умови існування. Природні ареали поширення осетрових риб представлені на рисунку 3 [2].

Осетрові – прадавня родина прісноводних риб, що з'явилася 200-250 мільйонів років тому. За даними палеонтологічних досліджень рід людей з'явився близько 2.8 млн років тому, а людина розумна, взагалі має вік всього 160 тис. років. Однак, самий молодий вид в біосфері Землі - людина розумна, менш чим за 100 років, зуміла майже повністю винищити родину осетрових, який був окрасою гідро-сфери і в якого практично не було природних ворогів, окрім людини.

До родини осетрових, які мешкали у річках України відносяться: білуга, осетер російський, севрюга, стерлядь.



Рис. 3. Знищенні природні ареали поширення осетрових риб

Білуга – найбільша прісноводна риба на Землі (рис.4). У Чорноморському басейні білуга здійснювала нерестові міграції у великі річки: Дунай (більше 2000 км від гирла), Дніпро, Південний Буг і Дністер. Тривалість життя білуги – до 100 років. Статевої зрілості вона досягає пізніше за інші види осетрових риб: самці в 12-14 років, самиці до 16-18 років. Міжнерестовий інтервал складає 4-5 років.



Рис. 4. Білуга – риба-цар. Повністю знищена у річці Південний Буг.

Основна частина чорноморської популяції білуги йде на нерест в Дунай, Дніпро, Дністер і Південний Буг. У Дніпрі великих особин (до 300 кг) ловили між сучасним Дніпром та Запоріжжям, а екстремальні заходи відзначались у Києві і вище: по Десні білуга доходила до села Вишеньки, а по Сожу - до Гомеля, де в 1870-х рр. була спіймана особина вагою 295 кг. У Дунаї, в минулому вид був досить звичайний і піднімався до Сербії, а в далекому минулому доходив до міста Пассау в східній Баварії. По Дністрі нерест білуги відмічався біля міста Сороки на півночі Молдови і вище Могиліва-Подільського. По Південному Бугу білуга піднімалася до Вознесенська (північ Миколаївської області) [2,3]. У природі білуга гібридує зі стерляддю, севрюгою, шипом та осетром. Найбільша будь-коли спіймана білуга показана на рис.5.

Будівництво ГЕС повністю зупинило міграцію білуги. По Дніпру білуга не може піднятися вище Каховської ГЕС, а по Дністрі - вище Дубоссарської ГЕС.



Рис. 5. Найбільша будь-коли спіймана білуга важила 1571 кг і сягала у довжину 7,2 м.

Осетер російський - прохідна придонна риба, яка постійно живе в морі, а на нерест заходить у річки (рисунок 6). Поширений у басейнах Чорного, Азовського, Аральського і Каспійського морів. В Україні трапляється в пн.-зах. частині Азовсько моря, біля берегів Криму і в пн.-зах. частині Чорного моря. З Чорного моря він входив в річки Дунай і Дніпро, в незначній кількості в Ріоні, Мзимту, Псоу й інші річки. По р.Дніпро піднімався до м. Могильов і зрідка до Дорогобужа.



Рис. 6. Осетер російський

В останні роки чисельність осетра російського невпинно падає. У невеликій кількості заходить у Дунай, поодинокі в Дніпро, зрідка в Дністровський лиман і фактично не заходить в Пд. Буг, Сів. Донець і річки Пн. Приазов'я. Зникнення типових біотопів, потрібних для природного відтворення, відбулося в результаті: зміни гідрологічного, хімічного, біологічного режимів водойм, спричиненої гідротехнічним будівництвом; забруднення води, надмірного вилову.

Севрюга - прохідний вид (рисунок 7) населяє Каспійське, Чорне і Азовське моря, в Адріатичному і Егейському морях зустрічається рідко. Річки Волга, Урал, Терек, Сулак, Кура, Дунай, Дон і Кубань є основними нерестовими річками для севрюги. Протяжність її нерестової міграції в р. Дон до р. Павловськ, в р. Кубань до м. Армавір, в середньому і Верхньому Дунаї до м. Братислава і навіть до м. Страсбург; у р. Дністер до гирла р. Збрюх. Севрюга також заходила на нерест в річки Південний Буг, Дніпро і Десна.

В Україні дуже малочисельна, була об'єктом промислу заради цінної чорної ікри. Існують гібриди севрюги з осетром, шипом, стерляддю.



Рис. 7. Севрюга

Стерлядь (рисунок 8) населяє річки басейнів Чорного, Каспійського і Балтійського морів. Зустрічається також в річках Північна Двіна, Об і Єнісей. Раніше вона мешкала в р. Дніпро до м. Могильов і його притоках: річках Прип'ять, Десна і Тетерів. Вона також мешкала в р. Дністер і зустрічалася в р. Південний Буг і Дніпровському лимані. Нині в річках Дніпро і Південний Буг стерлядь зустрічається дуже рідко, але можливо, збереглася в р. Дністер вище за греблю Дубосарської ГЭС [2].

Більшість риб, що зникли з водойм області, – прохідні риби, які мешкали в морях і гирлах річок басейну Чорного моря, а на нерест піднімалися ("проходили") у річки. Це – осетер російський, севрюга, білуга, стерлядь, синець, чехоня, тараня та ін. Ці риби майже припинили своє існування у річках Дністер, Південний Буг через будівництво дамб ГЕС, які перешкоджали риbam "проходити" на нерест.



Рис. 8. Стерлядь

Рибні популяції Південного Бугу які зникають

У водоймах Вінницької області мешкає 1 вид круглоротих (мінога українська) і 30 видів кісткових риб. За чисельністю і видовим складом домінують 2 ряди: Коропоподібні (18 видів) і Окунеподібні. Найбільш чисельними видами коропоподібних є: карась сріблястий звичайний, короп звичайний, краснопірка звичайна, плітка звичайна, лящ звичайний, ялець головень, пічкур звичайний, верховодка звичайна та ін.; окунеподібних – окунь річковий, судак звичайний, йорж звичайний. Решта рядів (Щукові, Сомові, Слижові) представлені поодинокими видами, чисельність яких є відносно невеликою. Цінними промисловими рибами є: плітка, окунь, карась звичайний і сріблястий, краснопірка, сазан європейський, товстолоб білий, щука, судак, йорж, лин озерний, амур білий, короп звичайний, лящ звичайний та ін. Рідкісними стали види, для яких умови існування суттєво погіршилися. Фактично, на межі вимирання знаходиться менш вибагливий у порівнянні із осетровими другий ешелон іхтіофауни, який представлений на (рисунок 9-11) [2].

Синець звичайний (*Ballerus ballerus*) — риба родини коропових (рис.9). Довжина до 30 см (іноді більше), вага до 1 кг (найчастіше 200 — 300 г). Поширений у річках і великих озерах басейнів Балтійського, Каспійського, Чорного й Азовського морів. Об'єкт промислу. В Україні малочисельний.



Рис. 9. Синець звичайний

Чехоня (*Pelecus cultratus*) — риба з родини коропових (рис.10). Єдиний вид роду Чехоні (*Pelecus*). До 35 см довжиною, вага — 300 — 400 г, іноді й більше. Поширена в басейнах Балтійського (східної

частини), Чорного, і Азовського морів, також у Каспійському та Аральському морях та водах їхніх басейнів. Промислова риба. Чехоня дуже вимоглива до умов розмноження. Вона нереститься в місцях із значними швидкостями течії води, на ділянках з щільно задернованим дном, протягом двох-трьох діб, що залежить від температури води. Через значне забруднення водойм – на межі зникнення.



Рис. 10. Чехоня

Плітка-вирозуб вирозуб також вирезуб (*Rutilus frisii*) - вид риб роду плітка (*Rutilus*) родини коропових. У нього струнке, валькувате, видовжене тіло, вкрите дрібною лускою (рисунок 11).



Рис. 11. Вирозуб

У недалекому минулому був поширений у багатьох річках України, а в пониззі Південного Бугу вважався навіть промисловою рибою. Внаслідок зарегулювання стоку річок і забруднення їх вод чисельність цього виду значно зменшилась, він став рідкісною і одночасно рибою що зникає.

Існує потреба в охороні і навіть штучному розведенні вирезуба. Без цього він може зникнути. Одним із заходів, спрямованих на збереження вирезуба, є заборона його вилову.

Риби, які постійно живуть у прісних водах, тобто не можуть виходити в пригирлові лимани річок, де кормова база значно багатша, ростуть повільніше.

Висновки

Всі стаціонально-деструкційні зміни річок, здійснені заради отримання «дешевого» кіловата електроенергії, у підсумку, призвели до втрати цінних природних видів іхтіофауни.

Для відновлення втраченої іхтіофауни українських річок необхідно здійснити наступні першочергові заходи:

- 1) провести реконструкцію і будівництво нових ОСК та припинити скид стічних вод без очистки;
- 2) розчистити замулені водосховища і русла річок, та облаштувати нерестовища для прохідних видів риб;
- 3) провести інвентаризацію об'єктів інфраструктури в зоні санітарної охорони водного об'єкта і досягнути виконання вимог водного кодексу України;
- 4) збільшити кількість штучно вирощуваного малька цінних порід риб і зарибнити чисті водойми.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. <http://vlasno.info/spetsproekti/2/ecology/item/6279-na-vinnychchyni-pivdennyi-buh-tsvite-i-pakhne>
2. Chervona knyha Ukrainy. Tvarynnyi svit. / Pid zahalnoi red. chl. - kor. I.A. Akimova. – K.: Hlobalkonsaltnh, 2009. – 600 s.
3. <https://buvrpb.davr.gov.ua/vodni-resursy/hidrografichna-merezha>

Гарсія Камачо Ернан Улліанодт – аспірант кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ullianodht7777@gmail.com.

Васильківський Ігор Володимирович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: igor.vntu@gmail.com

Hernan Camacho Garcia Ullianodt – Postgraduate of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ullianodht7777@gmail.com.

Vasylkivskiy Igor Volodymyrovych – Ph.D., Docent, Associate Professor of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: igor.vntu@gmail.com

ВПЛИВ ПРОЦЕСУ НАФТОГАЗОВИДОБУВАННЯ НА ВОДНІ ОБ'ЄКТИ ПРИКАРПАТТЯ

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Анотація

Здійснено контроль якості води у річці Бистриця Надвірнянська та визначено техногенний вплив процесу видобування нафти і газу на екологічний стан водних об'єктів у населених пунктах Битків і Пасічна, оскільки саме в цих населених пунктах сконцентрована значна кількість об'єктів нафтогазовидобування на Прикарпатті.

Ключові слова: нафтогазова галузь; фізико-хімічні дослідження; об'єкти гідросфери, якість води.

Abstract

Water quality control was carried out in the Bystrytsia Nadvirnyanska River and the man-made impact of the oil and gas extraction process on the ecological state of water bodies in the settlements of Bytkiv and Pasichna was determined, since a significant number of oil and gas production facilities are concentrated in these settlements in Prykarpattia.

Keywords: oil and gas industry; physical and chemical research; hydrosphere objects, water quality

Вступ

На підприємствах нафтогазовидобування головними джерелами забруднення навколишнього середовища є бурильні свердловини, насосні станції, групові установки, індивідуальні збори свердловин та інші промислові об'єкти, які характеризуються щільністю розміщення по всій території нафтогазового родовища [1].

Метою роботи є оцінка впливу процесу видобування нафти і газу на екологічний стан водних об'єктів Прикарпаття.

Результати дослідження

Видобуток нафти на території Галичини розпочався в середині XIX століття. Досліджувана нами територія Битків-Бабченського родовища зазнає суттєвого техногенного навантаження. На її території спостерігаються прояви нафти та газу, особливо у населених пунктах Битків та Пасічна. Нафта Битків-Бабченського родовища має густину 750–800 кг/м³ і тому відноситься до легких нафт з вмістом сірки від 1 до 8 %. Для визначення техногенного впливу на водні об'єкти процесу нафтогазовидобування нами було обрано 8 свердловин, номери яких через воєнний стан ідентифікувати не можемо.

У річці Бистриця Надвірнянська у населених пунктах Битків і Пасічна проводився відбір простої проби води, що одержують одноразовим відбором достатнього об'єму води для подальшого її хімічного і фізико-хімічного аналізу. Експрес-аналіз за такими показниками: водневий показник, мінералізація, розчинений кисень, температура проводився безпосередньо на місці відбору проб автономною переносною лабораторією води AZ-8603, оксиметр / рН-метр/ кондуктометр / солемір.

Визначення хімічних та фізико-хімічних показників забруднення водних ресурсів проводилось в лабораторії моніторингу вод Західного регіону Дністровського басейнового управління водних ресурсів, акредитованою згідно з європейськими стандартами DSTU EN ISO/IEC 17025:2019 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories (EN ISO/IEC 17025:2017, IDT; ISO/IEC 17025:2017, IDT), в якій працює Мар'яна Стах.



Рис 1. Проведення аналізу проб води в сертифікованій лабораторії Дністровського Басейнове управління водних ресурсів

Для хімічного аналізу проб води, відібраної у річці Бистриця Надвірнянська визначались масова концентрація елементів, хімічні і фізико-хімічних показники якості води, а також досліджувався вміст летких органічних сполук, поліароматичних вуглеводнів, важких металів, вміст пестицидів, фармацевтичних препаратів, елементний склад води. Результати проведеного аналізу проб води водних об'єктів представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати експрес-аналізу проб води водних об'єктів

Найменування показника	р. Бистриця Надвірнянська поблизу об'єкта 6	р. Бистриця Надвірнянська поблизу об'єкта 7	Гігієнічні нормативи якості води	Шифр НД
Водневий показник (рН)	6,4	7,0	6,5 – 8.5	ДСТУ 4077-2001
Мінералізація, мг/дм ³	51,5	478	1000	РІ № 10
Розчинений кисень, мгО ₂ /дм ³	30	12	> 4.0	ДСТУ ISO 5813:2004
Температура, °С	12,2	13,4		

За результатами проведених досліджень проб води можна зробити наступні висновки. За вмістом солей слабомінералізована, жорсткість води рівна 4,7 мг-екв/дм³ при верхній межі 7,0 мг-екв/дм³, вміст кальцію 71 мг/дм³, вміст бікарбонатів 305 мг-екв/дм³, вода є гідрокарбонатною. Хроматографічними дослідженнями із Переліку 45+ з пріоритетних забруднюючих речовин у пробі води виявлено вміст летких органічних сполук – бензолу, дихлорметану, гексахлорбутадиєн, концентрації цих забруднюючих речовин не перевищують екологічні нормативи якості. Вміст біогенних елементів, а саме азоту, який присутній у вигляді неорганічних сполук - амоній-іонів, нітрат-іонів, є дуже низьким, а вміст фосфору, у вигляді ортофосфатів, і нітритів не виявлено, концентрація біогенних елементів незначна. Елементний склад характеризується наявністю аргентуму, заліза, марганцю, нікелю, молібдену, калію, натрію, цинку, ванадію, фосфору, сульфуру, титану, літію, стибію, барію, селену та бору, які виявлені у незначних концентраціях, які не перевищують граничнодопустимі, тому можуть сприйматися як мікроелементи. З токсичних елементів у пробі води виявлено стронцію, вміст якого рівний граничнодопустимій концентрації. Токсичні метали – кадмій, свинець, миш'як і ртуть – відсутні. За результатами визначення хімічних і фізико-хімічних показників вода є чистою. За результатами досліджень негативний вплив об'єктів нафтогазовидобування на гідросферу не виявлений.

Висновки

Дослідження показників якості води є важливим для запобігання можливого забруднення водних об'єктів, оскільки об'єкти нафтогазовидобування Битків-Бабченського родовища знаходяться поблизу річки Бистриця Надвірнянська з численними її притоками, що протікають через територію населених пунктів, на якій проживає понад 20 тисяч осіб.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Pukish, A. V., Sydorenko, O. I., Mandryk, O. M., & Tyrlych, V. V. (2021). Effect of oil pollution on nutrients content in the soil. Scientific Bulletin of UNFU, 31(4), 88–92.

2. Бажалук Ю., Мандрик О., Карпінський Б., Волошин Ю. Моніторинг екологічних ризиків об'єктів нафтогазового комплексу Карпатського регіону України. XVI Міжнародна конференція: Моніторинг геологічних процесів та екологічного стану, 2022. — 1-5 с.

Науковий керівник: **Мандрик Олег Миколайович** – д-р техн. наук, професор, професор кафедри екології, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, e-mail: mandryk68@gmail.com

Явецька Софія Тарасівна – студентка групи ЕКО_м-24-1, факультет природничих наук, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ.

Страх Мар'яна Олександрівна – аспірантка групи А101-23, факультет природничих наук, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, e-mail: staxmar01@gmail.com

Academic supervisor: **Oleg M. Mandryk** – Ph.D. (Doctor of Technical Sciences), professor, professor of the Department of Ecology, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, e-mail: mandryk68@gmail.com

Sofiya T. Yavetska – student, Faculty of Natural Sciences, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk.

Mariana O. Stakh – postgraduate, Faculty of Natural Sciences, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, e-mail: staxmar01@gmail.com

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ФІТОЦЕНОЗІВ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ

Національний авіаційний університет

Анотація

В цій роботі розглянуто ключові питання, що впливають на рослинні угруповання в контексті сучасних змін клімату. Основна увага приділяється впливу підвищення температури, змінам в режимах опадів і частоті екстремальних погодних явищ на структуру та функціонування фітоценозів. Акцентується увага на необхідності інтеграції екологічних і кліматичних даних для розробки ефективних стратегій управління природними ресурсами та збереження фітоценозів в умовах глобальних кліматичних змін.

Ключові слова: фітоценоз, рослинні угруповання, зміна клімату.

Abstract

This work deals with key issues that affect plant groups in the context of modern climate change. The focus is on the effect of fever, changes in rainfall modes and the frequency of extreme weather phenomena on the structure and functioning of phytocenoses. Attention is emphasized on the need to integrate environmental and climatic data to develop effective natural resource management strategies and to preserve phytocenoses in the face of global climatic changes.

Keywords: phytocenosis, plant groups, climate change.

ВСТУП

Зміна клімату є однією з найважливіших екологічних проблем нашого часу, що має глибокий вплив на всі аспекти біосфери. Фітоценози, як основні елементи рослинного покриву Землі, чутливо реагують на ці зміни, оскільки формуються внаслідок складних взаємодій між рослинами та навколишнім середовищем. Під впливом глобального потепління, зміни режиму опадів, частих екстремальних погодних явищ і інших кліматичних факторів, рослинні угруповання підлягають значним трансформаціям. Ці зміни не лише впливають на видове різноманіття та структуру фітоценозів, але й можуть порушувати екологічний баланс та функціонування цілих екосистем [1].

Метою роботи є аналіз актуальних проблем фітоценозів в умовах зміни клімату, щоб зрозуміти наслідки цих трансформацій і розробити ефективні стратегії адаптації та збереження.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Зміна клімату є однією з найбільших глобальних проблем сучасності, що має серйозний вплив на екосистеми, зокрема на фітоценози – сукупності рослинних угруповань, які формуються внаслідок взаємодії рослин з навколишнім середовищем. В умовах зміни клімату спостерігаються суттєві зміни у структурі та функціонуванні фітоценозів, що має як екологічні, так і економічні наслідки:

- зміни у складі рослинних угруповань. Зміна температури та режиму опадів може призвести до зсуву зонального розподілу рослин, що вплине на видове різноманіття фітоценозів. Наприклад, у північних регіонах спостерігається розширення ареалу видів, характерних для більш теплих регіонів, що може привести до заміщення місцевих видів;
- нестабільність екосистем. Нестача вологи, часті посухи чи затоплення можуть порушити стабільність фітоценозів, впливаючи на їх здатність до відновлення. Це може

знизити біологічну продуктивність, що в свою чергу вплине на інші компоненти екосистеми, такі як тваринний світ і ґрунтові мікроорганізми;

- інвазія іноземних видів. Нові види можуть витіснити місцеві рослини, що призводить до зменшення видового різноманіття і порушення екологічної рівноваги. Інвазійні види часто швидше адаптуються до змінюваних умов, що ускладнює боротьбу з ними;
- вплив на агроекосистеми. Зміни у температурі та опадах можуть змінити оптимальні умови для вирощування культур, що вимагає оновлення агрономічних практик. Крім того, нові умови можуть сприяти появі нових шкідників та хвороб, що додатково ускладнює ситуацію;
- порушення водного режиму. Зменшення кількості опадів або нерегулярний розподіл води може призвести до зменшення вологолюбних видів і домінування сухостійких. Це також вплине на структуру рослинних угруповань і їх здатність до підтримання біорізноманіття [2].

Розробка ефективних стратегій управління природними ресурсами та збереження фітоценозів в умовах глобальних кліматичних змін є надзвичайно важливою для забезпечення стійкості екосистем і збереження біорізноманіття. Ось кілька ключових аспектів таких стратегій:

- регулярний моніторинг стану природних ресурсів і фітоценозів дозволяє вчасно виявляти зміни в кліматі. Це включає вивчення впливу підвищення температури, зміни рівня опадів і частоти екстремальних погодних явищ на рослинні угруповання;
- важливо розробити адаптивні стратегії управління, які враховують специфічні кліматичні умови і потреби конкретних екосистем. Це може включати зміну режиму використання земель, контроль за вторгнення інвазійних видів та стимулювання природних процесів відновлення;
- охорона рідкісних і зникаючих видів, а також збереження ключових природних ареалів є критично важливим. Це може включати створення та підтримку природоохоронних територій, проведення екологічних коридорів та інтеграцію заходів з навколишнього середовища в аграрні практики;
- ефективне управління водою, включаючи заходи по збереженню води, відновленню водоносних горизонтів і контролю за забрудненням;
- участь місцевих громад в управлінні природними ресурсами може забезпечити краще розуміння місцевих умов і потреб, а також сприяти ефективнішому впровадженню стратегії збереження;
- використання новітніх наукових знань і технологій, таких як дистанційне зондування, моделювання кліматичних змін і генетичні дослідження;
- підвищення обізнаності про важливість збереження природних ресурсів і фітоценозів серед широкого загалу, а також проведення освітніх кампаній може сприяти кращому розумінню і підтримці необхідних заходів.

Загалом, комплексний підхід до управління природними ресурсами і збереження фітоценозів в умовах глобальних кліматичних змін передбачає інтеграцію наукових, соціальних і політичних аспектів для досягнення стійкого розвитку і збереження екологічного балансу.

ВИСНОВКИ

Зміна клімату створює безліч викликів для фітоценозів, впливаючи на їх структуру, функціонування та стабільність. Важливо розробити стратегії адаптації та збереження, щоб мінімізувати негативні наслідки і забезпечити сталий розвиток екосистем у змінюваних кліматичних умовах. Вивчення та моніторинг цих змін є критично важливими для розуміння та управління впливами зміни клімату на рослині угруповання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Напівемпіричні моделі та сценарії глобальних і регіональних змін клімату: монографія / С. Г. Бойченко ; НАН України, Ін-т геофізики ім. С. І. Субботіна. – К. : Наук. думка, 2008. – 310 с. : іл. – Бібліогр. : с. 284–301 (293 назви).
2. Структура просторова... видова // Словник-довідник з екології : навч.-метод. посіб. / уклад. О. Г. Лановенко, О. О. Остапішина. — Херсон : ПП Вишемирський В. С., 2013. — С. 167.

Величко Дарина Олександрівна – студентка групи 601, факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій, Національний авіаційний університет, e-mail: 6161468@stud.nau.edu.ua

Науковий керівник: Дудар Тамара Вікторівна – доктор техн. наук, професор кафедри екології, Національний авіаційний університет.

Velychko Daryna Oleksandrivna - group 601 student, Faculty of Environmental Safety, Engineering and Technology, National Aviation University, E-mail: 6161468@stud.nau.edu.ua

Supervisor: Dudar Tamara Viktorivna – Dr. Eng. Sc., professor of the Department of Environmental Sciences, National Aviation University.

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ БУРШТИНСЬКОЇ ТЕС

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Анотація

Проаналізовано чинники та наслідки негативного впливу теплових електростанцій на атмосферне повітря та ґрунти. Зроблено висновок про повторне забруднення довкілля внаслідок ракетних обстрілів технологічних об'єктів та руйнування золошлакових відвалів та необхідність проведення екологічних дослідження забруднення території навколо ТЕС.

Ключові слова: тепла електростанція, забруднення, золошлакові відвали, золошлакові відходи.

Abstract

The factors and consequences of the negative impact of thermal power plants on atmospheric air and soils are analyzed. A conclusion was made about the repeated pollution of the environment as a result of rocket attacks on technological facilities and the destruction of ash and slag dumps and the need to conduct environmental studies of the pollution of the territory around power plants.

Keywords: thermal power plant, pollution, ash and slag dumps, ash and slag waste.

Вступ

Теплові електростанції, особливо які працюють на кам'яному вугіллі, є постійним джерелом забруднення всіх компонентів навколишнього середовища. Особливістю діяльності вітчизняних ТЕС є їх функціонування маневрено-пікових режимах [1], особливо в умовах наслідків ракетних атак. Все це приводить не тільки до збільшення витрат умовного палива, а й зростання викидів в атмосферне повітря. Тому, сьогодні проблема негативного впливу ТЕС на довкілля стає ще більш гострою.

Метою роботи є аналіз екологічних проблем, які виникають навколо теплових електростанцій на прикладі Бурштинської ТЕМ.

Результати дослідження

Бурштинська тепла електростанція – одна з найбільших теплових електростанцій у західному регіоні України, яка розташована в Івано-Франківській області в 12 км від міста Галич та 6 км від міста Бурштин, яке є одним з основних населених пунктів її негативного впливу.

Промислова ділянка ТЕС розташована на вузькій смузі території, на правому березі штучного водосховища, створеного на р. Гнила Липа – лівій притоки р. Дністер.

Згідно проекту, Бурштинська ТЕС була розрахована на спалювання кам'яного вугілля Львівсько-Волинського басейну з калорійністю від 5200 до 5600 ккал/кг, вмістом золи до 26 % та вмістом сірки до 2 %. Однак з часом електростанція почала спалювати вугілля інших вугільних басейнів з меншою калорійністю, від 3500 до 4300 ккал/кг, вмістом золи до 33 % та вмістом сірки до 6 %. В якості палива також використовують мазут та природний газ.

Основним компонентом забруднення навколишнього середовища при роботі ТЕС є атмосферне повітря. За результатами досліджень Кошлак Г. В., Павленко А. М. [1] встановлено, що основними забруднювачами, які перевищують ГДК є SO_x, NO_x та пил – золи-виносу з труб та золовідвалів. Їх викиди відносяться до одних з найбільш небезпечних, оскільки є причиною утворення кислотних дощів. Одночасно з утворенням NO_x відбуваються процеси відновлення NO до молекулярного N₂ [1]. Основна частина азоту при нагріванні вугілля виділяється у вільному стані, а також з утворенням аміаку (до 20% загальної кількості паливного азоту). І найбільша кількість вільного N₂ утворюється при температурі до 500⁰С. Також ТЕС є постійним джерелом викидів оксидів вуглецю, що приводять до максимального забруднення території в радіусі до 10 км [2].

Кількість і характеристика шкідливих викидів Бурштинської ТЕС в атмосферу залежить від палива, що використовується. Приміром, при спалюванні твердого палива в атмосферу викидається легка

зола, сірчистий (SO₂) і сірчаний (SO₃) ангідриди, газоподібні продукти неповного згорання палива, перш за все СО і бенз(а)пірен, незначна кількість фтористих сполук та п'ятиокис ванадію (V₂O₅). При спалюванні мазуту з димовими газами в повітря надходять сірчистий (SO₂) і сірчаний (SO₃) ангідриди, оксиди азоту, п'ятиокис ванадію (V₂O₅), продукти неповного згорання палива, СО, бенз(а)пірен, вуглеводні та сажа. При використанні в якості енергоносія природного газу найбільш істотними забруднювачами атмосфери є NO і NO₂, СО та бенз(а)пірен.

Димові труби Бурштинської мають значну висоту (дві труби висотою до 250 м і одна – 180 м). Розсіювання викидів шкідливих речовин через висотні труби здійснюються на території не тільки Івано-Франківської, а і Львівської та Тернопільської областей [3].

Відходами основного виробництва Бурштинська ТЕС є паливний шлак, який утворюється при спалюванні твердих палив і зола (золяна пульпа). Паливний шлак являє собою осад мінеральної частини палива в топці, а зола виносу – продукт випалювання мінеральної частини палива при 1200-1700°C. Тому золошлакові відходи, щорічні обсяги утворення яких становлять мільйони тон, є не менш важливою проблемою усіх теплових електростанцій в Україні, у т.ч. Бурштинської ТЕС. Більшість цих відходів не утилізується і потрапляє у відвали, під які в Україні відведено понад 20 тисяч га землі. На електростанції діє гідравлічна система видалення шлаку, а також повітряна і гідравлічна система видалення відповідно сухої і мокрої золи. Вільний об'єм золовідвалу з урахуванням нарощування дамб восьмого ярусу становить приблизно 3,5 млн.т.

Золошлаки складаються у відвалах під відкритим небом, де вони зберігаються упродовж десятків років, піддаючись дії атмосферних опадів. У своєму складі вони містять оксиди Si, Ca, Al, Fe і Mg, Ti, вміст яких може перевищувати кларкові значення [4], наприклад: CaO в 4-12 разів, Al₂O₃ в 2 рази, Fe₂O₃ в 1,5-3 рази, MgO в 2-3 рази. Під дією атмосферних опадів відбувається поступове вимивання хімічних елементів ґрунт. Фіксується також забруднення ґрунту важкими металами навколо ТЕС, яке поширюється на різні відстані: Cu до 3 км, Pb до 5 км, Ni до 8 км. Наслідком є розвиток вертикальної міграції та виникнення геохімічних аномалій поблизу золошлакових відвалів. Доведено, що вертикальна міграція іонів важких металів Cu²⁺, Zn²⁺, Pb²⁺ із силікатних шлаків під дією атмосферних опадів.

Внаслідок ракетних обстрілів не тільки промислових об'єктів теплових електростанцій, а й руйнування золошлаковідвалів перед енергетичними об'єктами України постали нові виклики, пов'язані з повторним забрудненням навколишнього середовища. Через війну пошкоджено Криворізьку та Придніпровську ТЕС, повністю зруйновані Луганська (90–100%), Вуглегірська (90–100%), Зміївська ТЕС (до 90%), майже повністю зруйновані Бурштинська (80–90%) та Ладжинська ТЕС (70–95%) [5]. Тому важливим є виявлення та аналіз екологічної ситуації навколо теплових електростанцій.

Висновки

Встановлено, що технологічний процес спалювання палива на теплових електростанціях з метою виробництва електроенергії приводить до забруднення компонентів навколишнього середовища – атмосферного повітря та ґрунтів. Руйнування ТЕС та золошлакових відвалів внаслідок ракетних обстрілів приводить до повторного забруднення, що вимагає проведення досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кошляк Г. В., Павленко А. М. Технічні рішення для зменшення викидів NO_x вугільними ТЕС. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2018. № 2 (18). С. 73-82.
2. Орфанова М.М. Щодо питання декарбонізації та утилізації золошлакових відходів ТЕС. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2023. № 1 (27). С. 7-15.
3. Звіт про стратегічну екологічну оцінку. Програми економічного і соціального розвитку Івано-Франківської області на 2024 рік. URL : <http://surl.li/scorme>.
4. Яцишин А. В., Матвєєва І. В., Ковач В. О., Артемчук В. О., Каменєва І. П. Особливості впливу золовідвалів підприємств теплоенергетики на навколишнє середовище. *Проблеми надзвичайних ситуацій*. 2018. № 2(28). С.57–68.
5. Беліков А. С., Пилипенко О. В., Шаломов В. А., Саньков П. М., Тимченко П. О., Руденко В. П. Аналіз руйнувань енергетичних об'єктів ядерно-паливного циклу України внаслідок бойових дій РФ. *Український журнал будівництва та архітектури*. 2024. № 3 (021). С. 48-57.

Волочій Юрій Антонович – аспірант групи А101-24, факультет природничих наук, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, e-mail: yurii.volochii-a101-23@nung.edu.ua

Орфанова Марія Михайлівна – канд. техн. наук, доцент кафедри екології, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, e-mail: mariia.orfanova@nung.edu.ua

Yurii A. Volochii – postgraduate, Faculty of Natural Sciences, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, e-mail: yurii.volochii-a101-23@nung.edu.ua

Mariia M. Orfanova – Ph.D. (Eng), Associate Professor of the Department of Ecology, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, e-mail: mariia.orfanova@nung.edu.ua

ОЦІНКА ДОТРИМАННЯ ВИМОГ САНІТАРНОГО ЗАКОНОДАВСТВА ЩОДО ПЛОЩІ ТА ПЛАНУВАННЯ ЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕНЬ

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Анотація

Проведено розрахунки площі та планування для двох типів житлових приміщень – житла 1-ї категорії – однокімнатної квартири та кімнати студентського гуртожитку № 5 ІФНТУНГ у м. Івано-Франківськ. Здійснено порівняння отриманих результатів з вимогами санітарного законодавства та запропоновано ряд заходів для забезпечення санітарно-епідеміологічного благополуччя у досліджуваних житлових приміщеннях.

Ключові слова: санітарне законодавство, житлові приміщення, площа, планування.

Abstract

The area and layout of premises in two types of dwellings - housing of the 1st category - a one-room apartment and a room in the student dormitory № 5 of IFNTUOG in Ivano-Frankivsk were calculated. The obtained results are compared with the requirements of sanitary legislation and a number of measures are proposed to improve the sanitary and epidemiological well-being in the studied dwellings.

Keywords: sanitary legislation, dwelling, area, layout.

Національне санітарне законодавство щодо житлових приміщень

Термін «санітарне законодавство» визначений у розділі 1 Закону України «Про систему громадського здоров'я» [1] як «сукупність нормативно-правових актів, що регулюють суспільні відносини, які виникають у сфері забезпечення санітарно-епідемічного благополуччя населення, встановлюють державні медико-санітарні правила, медико-санітарні нормативи та медико-санітарні регламенти, які є обов'язковими для виконання всіма учасниками правовідносин незалежно від правового статусу».

Також у даному законі вводяться і інші терміни, зокрема «санітарно-епідемічне благополуччя населення» – стан здоров'я населення та середовища життєдіяльності людини, за якого показники захворюваності перебувають на усталеному рівні для даної території, умови проживання сприятливі для населення, а параметри факторів середовища життєдіяльності знаходяться в межах, визначених санітарним законодавством [1].

У статті 31 «Медико-санітарні вимоги щодо безпечності для здоров'я і життя людини житлових приміщень» прописані усі критерії, які потрібно враховувати при оцінюванні дотримання вимог у житлових приміщеннях:

1. Житлові приміщення за площею, плануванням, ... повинні відповідати вимогам, визначеним державними медико-санітарними нормативами та правилами, з метою забезпечення безпечних і нешкідливих умов проживання незалежно від строку такого проживання.

2. Заселення житлових приміщень, визнаних відповідно до вимог санітарного законодавства непридатними для проживання, надання для постійного або тимчасового проживання таких нежитлових приміщень забороняється.

3. Утримання житлових приміщень повинно відповідати вимогам, визначеним державними медико-санітарними нормативами та правилами.

4. Правові і організаційні основи експлуатації житлових приміщень як складової захисту здоров'я та санітарно-епідемічного благополуччя населення встановлюються законом [1].

Вимоги щодо площі та планування житлових приміщень

У словнику Євростату [2] термін «перенаселення в житлових приміщеннях» розуміється як «явище, коли кількість мешканців перевищує місткість наявного житлового простору, що призводить до несприятливих наслідків для фізичного та психічного здоров'я». Рівень перенаселення залежить від розміру та типу житла,

потреб домогосподарства. Те, чи буде домогосподарство «переповненим», залежить не лише кількості людей, що розділяють житло, але й їх віку, родинних стосунків, статі. В Українському законодавстві немає вимог щодо кількості приміщень на особу, але нормується їхня проща – це прописано у Житловому Кодексі України [3], нормативи наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Визначення перенаселення та норми площі у житлових приміщеннях (створено автором на основі [2, 3])

Керівництво	Визначення
Євростат	Якщо домогосподарство не має у своєму розпорядженні мінімальну кількість кімнат, рівну: <ul style="list-style-type: none"> – одна кімната для домогосподарства; – одна кімната на подружню пару в домогосподарстві; – одна кімната для кожної особи віком від 18 років; – одна кімната на пару осіб однієї статі 12 –17 років; – по одній кімнаті на кожну особу віком 12 –17 років різної статі; – одна кімната на пару дітей до 12 років.
Житловий Кодекс України	Немає визначення «перенаселення». Норма жиллої площі – 13,65 м ² на 1 особу. При наданні жилих приміщень не допускається заселення однієї кімнати особами різної статі, старшими за 9 років, крім подружжя. Не допускається також заселення квартири, збудованої для однієї сім'ї, двома і більше сім'ями або двома і більше самотніми особами, за винятком випадку, передбаченого частиною п'ятою статті 54.

Перенаселення

У житловому приміщенні (рис.1), яке відноситься до житла 1-ї категорії, проживає сімейна пара. Згідно встановленим нормам Євростату [2], необхідна «одна кімната для домогосподарства та одна кімната на подружню пару в домогосподарстві».



Рисунок 1 – Житлова квартира

Відповідно до вищезазначених норм, оселя не відповідає потребам мешканців, оскільки одна кімната для подружжя присутня, проте немає кімнати для домогосподарства. Можемо припустити, що даною сімейною парою кухня використовується як кімната для домогосподарства.

Другим об'єктом дослідження була кімната у гуртожитку (рис. 2), в якій проживають двоє осіб однієї статі та віку (21 рік).



Рисунок 2 – Спальна кімната у студентському гуртожитку

Згідно встановлених норм [2], потрібна «одна кімната для кожної особи віком від 18 років», тобто вимоги недотримано. У гуртожитку в більшій мірі порушуються норми, оскільки тут немає не те, що окремої кімнати для домогосподарства, як вказано вище, а й окремої кімнати для кожної особи.

Згідно Євростату, у кімнаті в гуртожитку наявне перенаселення, але за нормами Законодавства України [3] немає, адже «при наданні жилих приміщень не допускається заселення однієї кімнати особами різної статі, старшими за 9 років, крім подружжя».

Отже, слід врахувати встановлені норми і будувати житлові приміщення згідно вимог, адже відсутність достатнього персонального простору у мешканців може пригнічувати їхнє психологічне та фізичне здоров'я. Особливо це стосується гуртожитків, оскільки люди різних темпераментів та інтересів, які проживають в одному приміщенні важче переносять спільний побут.

Норми жилої площі

Жила площа встановлюється шляхом визначення суми площ усіх кімнат в оселі, не враховуючи кухню, ванну, вбиральню, кладові і т. д. Перший досліджуваний об'єкт – квартира, що складається з однієї кімнати площею 28,6 м², що становить 14,3 м² на 1 особу. Згідно зі встановленими нормативами Житлового Кодексу України [3], жила площа на 1 особу повинна становити 13,65 м². Оскільки визначена площа є більшою, за встановлену мінімальну, вважається, що це відповідає нормам.

Площа кімнати у гуртожитку становить 19,096 м². Оскільки тут проживають троє 21-річних студенток, що не суперечить Житловому Кодексу України [3] «при наданні жилих приміщень не допускається заселення однієї кімнати особами різної статі, старшими за 9 років, крім подружжя», проте на кожну особу припадає 6,37 м², що значно менше за допустимі норми жилої площі.

Можна зробити висновок, що жила площа у квартирі відповідає нормам, а кімната у гуртожитку ні. Тому рекомендується селити одну особу в кожну кімнату, що буде відповідати вимогам 13,65 м² на 1 особу або ж у перспективі будувати студентські гуртожитки із більшою площею кімнат, що дозволить проживати більшій кількості людей у одному приміщенні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України 2573-IX від 06.09.2022 № 26, редакція 11.02.2024 «Про систему громадського здоров'я» <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2573-20#Text2>. *Євростат* <http://surl.li/uqpm>
2. Євростат https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Overcrowding_rate
3. Житловий Кодекс України 5464-X, редакція 19.11.2022 <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5464-10#Text>

Навроцька Вікторія Володимирівна, студентка групи ЕКОМ-24-1, факультет природничих наук, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу.

Науковий керівник: Москальчук Наталія Михайлівна, к. т. н., доцент кафедри екології, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ.

Navrotska Viktoriia Volodymyrivna, faculty of natural sciences.

Supervisor: Moskalchuk Nataliia Mykhaylivna, c.t.s., associate professor of the faculty of natural sciences, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk.

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ МЕХАНІЗМ ЗМЕНШЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано систему моніторингу атмосферного повітря. Запропоновано організаційно-економічний механізм зменшення забруднення атмосферного повітря.

Ключові слова: забруднення атмосфери, організаційно-економічний механізм, зменшення забруднення атмосфери.

Abstract

The atmospheric air monitoring system was analyzed. An organizational and economic mechanism for reducing atmospheric air pollution is proposed.

Keywords: atmospheric pollution, organizational and economic mechanism, reduction of atmospheric pollution.

Вступ

Беззаперечним, природним ресурсом №1 для людини в біосфері, є атмосферне повітря. Але атмосферне повітря є також необхідним виробничим ресурсом для транспорту, теплоенергетики, промисловості та інших видів діяльності людини.

Найпоширенішими шкідливими газовими забруднювачами атмосфери є SO_2 , SO_3 , H_2S , NH_3 , CO , CO_2 , оксиди Нітрогену, бензапірен, сполуки Хлору, Флуору, вуглеводні. Серед промислових аерозолів – зустрічається вугільний пил, зола, сульфати та сульфідні металів (Феруму (Fe), Плюмбуму (Pb), Купруму (Cu), Цинку (Zn) тощо), кремнезему, хлоридів, сполуки Кальцію (Ca), Натрію (Na), Фосфору (P). У викидах містяться також пари основних кислот (HCl , H_2SO_4 , HNO_3), ртуті, феноли.

В міру збільшення абсолютних кількостей забруднюючих речовин в атмосфері можливості розсіювання викидів для більшості районів України практично вичерпані. Здатність атмосфери до самоочищення, яке відбувається за рахунок протікання фізико-хімічних процесів між компонентами забруднювачів і компонентами самої атмосфери обмежується, особливо зі збільшенням масштабів її забруднення. Оскільки виробнича діяльність викликає погіршення природного атмосферного середовища, суспільство зобов'язане взяти на себе турботу щодо відновлення його властивостей та охорони від подальшої деградації.

Мета роботи – запропонувати механізм зменшення забруднення атмосферного повітря.

Результати досліджень

Захист атмосферного повітря є однією з найбільш актуальних проблем в сучасному технологічному суспільстві, оскільки науково-технічний прогрес і розширення виробництва пов'язане зі зростанням негативних антропогенних впливів на атмосферу [1].

В регіонах України діє Програма державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря, яка є довгоочікуваним кроком у реалізації державної політики в галузі охорони атмосферного повітря.

Державний моніторинг у галузі охорони атмосферного повітря здійснюється з метою забезпечення збирання, оброблення, збереження та проведення аналізу інформації про якість атмосферного повітря, оцінювання та прогнозування її змін і ступеня небезпечності, розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень у галузі охорони атмосферного повітря, у сфері охорони навколишнього природного середовища, а також інформування населення про якість атмосферного повітря, вплив його забруднення на здоров'я та життєдіяльність населення.

На основі даних та інформації, отриманої в результаті здійснення моніторингу атмосферного повітря, визначається рівень забруднення атмосферного повітря на певній території за певний проміжок часу, відповідність стану атмосферного повітря вимогам якості повітря; здійснюється контроль та оцінка впливу на якість повітря заходів, спрямованих на обмеження викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря, оцінка впливу забруднення атмосферного повітря на навколишнє природне середовище, здоров'я та життєдіяльність населення.

Контроль забруднення атмосферного повітря у Вінниці здійснює лабораторія спостережень за забрудненням повітря міста Вінниці. Спеціалістами лабораторії спостережень за забрудненням атмосферного повітря II групи Вінницького обласного центру з гідрометеорології здійснюється постійний лабораторний контроль стану забруднення атмосферного повітря у місті Вінниця на двох стаціонарних постах (рис. 1).

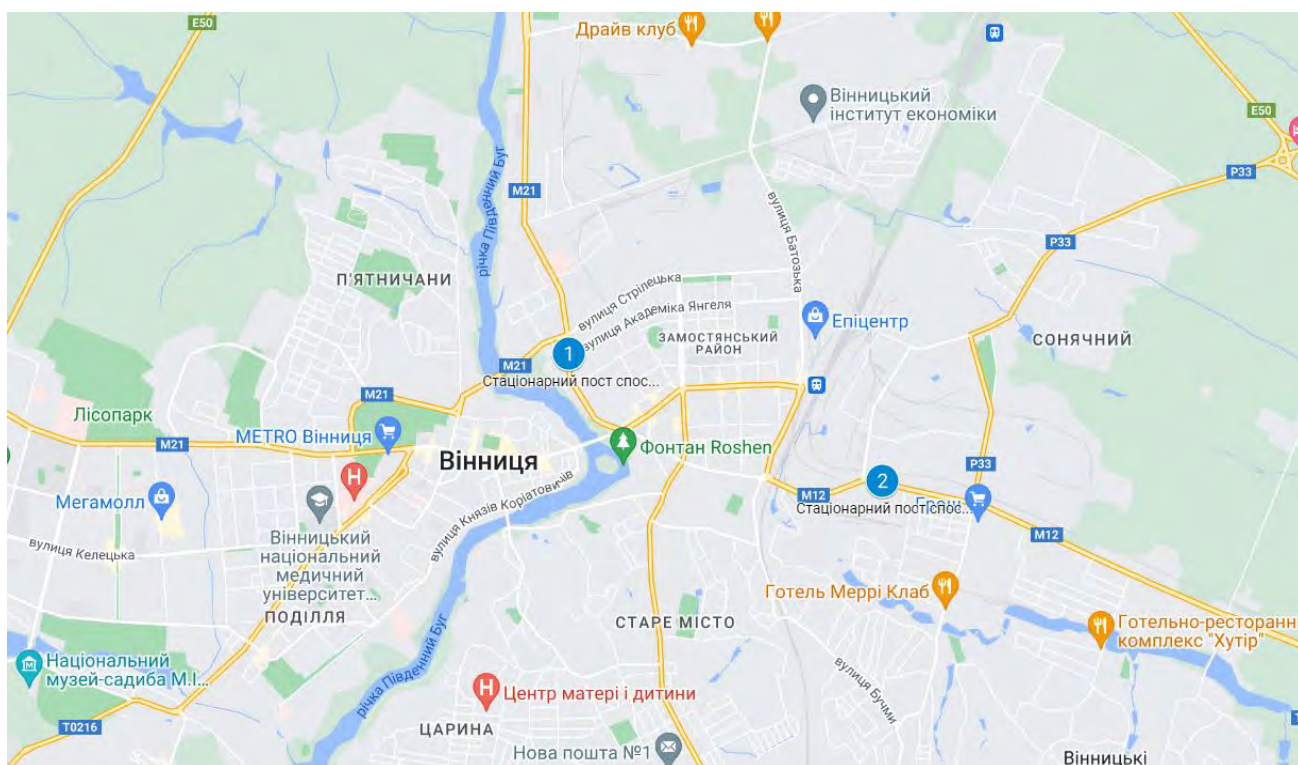


Рис. 1. Стаціонарні пости спостереження за забрудненням атмосферного повітря у Вінниці: Пост №1 розташований на вулиці Київська, 25; Пост №2 – на Немирівському шосе, 29.

У повітрі визначається 15 забруднювальних домішок, з них основні - завислі речовини, діоксид сірки, оксид вуглецю та діоксид азоту і специфічні - фтористий водень, аміак, формальдегід та вісім важких металів (залізо, кадмій, манган, мідь, нікель, свинець, хром, цинк). Оцінка стану забруднення атмосферного повітря проводиться шляхом порівняння з відповідними гранично допустимими концентраціями (ГДК) речовин у повітрі населених міст.

Результати контролю забруднення повітря у місті Вінниці представлені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Середні концентрації забруднювальних речовин в повітрі міста Вінниці в кратності до гранично-допустимих концентрацій (ГДК) [3]:

Дата	Завислі речовини	Діоксид сірки	Оксид вуглецю	Діоксид азоту	Фтористий водень	Аміак	Формальдегід
07.09.2024	1.7	0.0	0.3	2.1	2.2	0.6	1.4
06.09.2024	1.8	0.0	0.3	1.6	0.7	0.3	2.4
05.09.2024	3.3	0.0	0.4	2.4	2.6	0.4	5.2
04.09.2024	1.7	0.0	0.4	1.4	0.5	0.1	3.4
03.09.2024	1.7	0.0	0.3	1.4	2.4	0.4	3.8
02.09.2024	2.3	0.0	0.3	1.6	1.5	0.3	2.1
31.08.2024	5.0	0.0	0.3	1.1	2.9	0.4	4.5
30.08.2024	2.2	0.0	0.4	1.8	0.7	0.3	5.6
29.08.2024	3.7	0.0	0.3	1.3	2.1	0.6	6.0
28.08.2024	0.8	0.0	0.3	1.9	1.2	0.4	4.5

Результати контролю забруднення повітря у місті Вінниці представлені у таблиці 1 не дають можливості отримати інформацію про стан забруднення повітря в динаміці і режимі реального часу, а тільки фіксують середні показники.

Атмосферне повітря надзвичайно динамічний об'єкт і рівень його забруднення змінюється доволі швидко, пропорційно швидкості руху повітряних мас. Тому, для якісного екологічного моніторингу атмосферного повітря потрібні системи здатні проводити вимірювання і відображати отримані результати в режимі реального часу. Результати вимірювання концентрації забруднюючих речовин у атмосферному повітрі, отримані із інтервалом часу - година і більше, є застарілими і неактуальними. Висвітлювати застарілі дані забруднення, без вказування часу вимірювання, означає - поширювати завідомо недостовірну інформацію серед населення. Як показують численні дослідження, концентрація забруднюючих речовин постійно змінюється пропорційно виду і кількості автотранспорту, швидкості руху і метеумов.

Системи моніторингу атмосферного повітря відносяться до найважливіших систем життєзабезпечення і призначені для виявлення факту перевищення забруднення, та інформування населення про небезпечний рівень забруднення.

Нажаль, жодна система екологічного моніторингу атмосферного повітря, не дає можливості впливати на рівень забруднення, а тим більше, зменшувати викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря і покращувати екологічну ситуацію.

Для зменшення рівня забруднення атмосферного повітря, потрібен організаційно-економічний механізм впливу на власників джерел викидів, який можна реалізувати шляхом застосування, об'єктивного і єдиного для всіх, прозорого методу обліку викидів.

У своєму побуті ми вже звикли платити за споживання природних ресурсів та комунальні послуги: воду і водовідведення, електроенергію, природний газ і вивіз відходів.

Отже, потрібно створити організаційно-економічний механізм, для об'єктивного обліку і справляння плати за забруднення атмосферного повітря, відповідно розміру нанесеної шкоди.

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 [2]. Суть принципу «ЗАБРУДНЮВАЧ ПЛАТИТЬ» полягає в тому, що особа, яка забруднює повітря, воду, ґрунти та ін., повинна бути відповідальною за видалення цього забруднення.

Висновки

Пропонується закріпити в Законі України «Про охорону атмосферного повітря» норму, про обов'язкове використання лічильників для обліку викидів стаціонарних і пересувних джерел викидів, і подальшу оплату забруднення атмосферного повітря здійснювати за відповідними показами метрологічно атестованих лічильників.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Технології захисту навколишнього середовища. Ч. 1. Захист атмосфери: підручник / Петрук В.Г., Васильківський І.В., Петрук Р.В., Крусір Г.В., Клименко М.О., Сакалова Г.В. – Херсон: Олді-плюс, 2019. – 432 с.
2. Директива N 2008/50/ЄС Європейського Парламенту та Ради про якість атмосферного повітря та заходи його очищення. Європейський союз. Страсбург, 21 травня 2008 року.
3. <https://meteo.vn.ua/activity/pollution/>

Гуменчук Ярослав Вячеславович – студент факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: humenchuk996@gmail.com

Гут Іван Сергійович – студент факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: casper2124688@gmail.com

Васильківський Ігор Володимирович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: igor.vntu@gmail.com

Yaroslav V. Humenchuk – student of the Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: humenchuk996@gmail.com

Ivan S. Gut – student of the Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: casper2124688@gmail.com

Igor V. Vasylykivskiy – Ph.D., Docent, Associate Professor of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: igor.vntu@gmail.com

**Р. Д. Крикливий
А. В. Кримняк
Ю. Ю. Боголюб
В. М. Підлуцк**

ВИКОРИСТАННЯ ХЛОРООРГАНІЧНИХ СПОЛУК У ПРОЦЕСІ ПЕРЕРОБКИ ГЛИНОЗЕМУ

Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

Анотація

Досліджено можливість та доцільність розкладу глиноземвмісних природних мінералів тетрахлорометаном з одержанням глинозему. Експериментально підтверджена ефективність та перспективність запропонованої технології розкладу природних глиноземвмісних мінералів тетрахлорометаном для очистки глинистого матеріалу від сполук заліза.

Ключові слова: глинозем, хлорангідриди карбону, тетрахлорометан.

Abstract

The possibility and expediency of decomposition of alumina-containing natural minerals with tetrachloromethane with the production of alumina was investigated. The efficiency and prospects of the proposed technology for the decomposition of natural alumina-containing minerals with tetrachloromethane for the purification of clay material from iron compounds have been experimentally confirmed.

Keywords: alumina, carbonic anhydride, tetrachloromethane.

Вступ

Основною сировиною, на якій базується світова алюмінієва промисловість, є високоякісні боксити, промислові запаси яких обмежені і, у зв'язку з високими темпами розвитку виробництва алюмінію, безперервно виснажуються [1]. Україна відноситься до країн багатих на різні види алюмосилікатів (ресурси каолінів практично невичерпні) і недостатньо забезпечена запасами бокситів. Тому подальше зростання алюмінієвої промисловості слід орієнтувати на широке залучення в сферу алюмінієвого виробництва найбільш поширеної в природі алюмінієвої сировини — нефелінів, алунітів, глин, каолінів, золи, запаси яких величезні [2]. Порівняння існуючих способів виробництва глинозему свідчить про необхідність розробки ефективних технологій переробки низькоякісних глиноземвмісних руд, що дозволило б значно розширити сировинну базу виробництва глинозему і продуктів на його основі, вирішити питання очистки сировини від сполук заліза, тобто, комплексно використовувати компоненти сировини, та вирішити проблему відходів виробництв [3].

Результати дослідження

Мета роботи полягала у використанні можливості та доцільності розкладу глиноземвмісних природних мінералів тетрахлорометаном з одержанням глинозему.

Для експериментальних досліджень використовували каолінову глину Глухівського родовища. При взаємодії алюмінієвмісної сировини з хлоралканами в газовій фазі утворюються хлориди алюмінію, заліза, кремнію та хлороксиди і при поглинанні продуктів дистильованою водою відбувався гідроліз хлоридних сполук. Визначали загальну кислотність та сумарний вміст хлору. По загальному вмісту хлору та сумарній кислотності визначали швидкість протікання досліджуваного процесу.

Використання хлоруючих агентів для переробки каолінових руд з одержанням глинозему та інших складових компонентів дає можливість зменшити температурний інтервал процесу до 350 - 600 °С, збільшити продуктивність реактора і одержувати хлориди феруму (III), алюмінію та силіцію. Розклад алюмосилікатних руд хлорангідридами карбону характеризується високим екзотермічним ефектом.

На основі результатів експериментальних досліджень перевірено можливість використання хлорангідридів карбону для селективного вилучення компонентів сировини. При тривалості процесу у 60 хв. досягається достатньо високий ступінь перетворення глинозему (90-95 %). Таким чином, в результаті виконаних досліджень можна рекомендувати наступні умови розкладу каолінових руд хлорангідридами карбону: температура випалу – 600 °С, температура хлорування – 350-600 °С, тривалість хлорування – 60 хв., витрата хлорангідриду карбону – 105 %.

Висновки

Запропоновано нетрадиційний комплексний підхід при вирішенні задач по очищенню алюмосилікатних руд шляхом взаємодії каолінових глин з тетрахлорометаном. Дослідження переробки алюмосилікатних глин з комплексним використанням усіх складових компонентів є перспективним напрямком, а результати цих досліджень можуть бути використані для переробки каолінових руд з одержанням глинозему та інших цінних компонентів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Білецький В.С., Смирнов В.О. Переробка і якість корисних копалин. Донецьк: Східний видавничий дім, 2005.- 324 с.
2. Олійник Т.А. Особливості технологій переробки каолінової сировини України / Т.А. Олійник // Загальні питання технології збагачення: збірка статей. – Кривий Ріг : Криворізький національний університет, 2016. – 172 с.
3. Запольский А. К. Сернокислая переработка высококремнистого алюминиевого сырья / А. К. Запольский. – Киев: Наук. думка, 1981. – 208 с.

Криклевий Ростислав Дмитрович – канд. техн. наук, доцент кафедри хімії та методики навчання хімії, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, м. Вінниця, e-mail: kryklyvyir@gmail.com

Боголюб Юлія Юрївна – студентка групи МХП, природничо-географічний факультет, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, м. Вінниця

Кримняк Аліна Вікторівна – студентка групи МХП, природничо-географічний факультет, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, м. Вінниця

Підлуцка Валентина Михайлівна – студентка групи 2МХБЗЛЗ, природничо-географічний факультет, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, м. Вінниця

Rostyslav D. Kryklyvy – Ph.D., Docent, Associate Professor of the Department of Chemistry and Methods of Chemistry Teaching, Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia, e-mail: kryklyvyir@gmail.com

Yulia Y. Bogolyub – student, Natural and Geographical Faculty, Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia

Alina V. Krimnyak – student, Natural and Geographical Faculty, Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia

Valentina M. Pidlushchak – student, Natural and Geographical Faculty, Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia

ПРОБЛЕМИ НАВЧАННЯ МІННОЇ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ВІЙНИ

¹Національний транспортний університет

²Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління

Анотація

Війна ставить перед суспільством ряд нових завдань, які потребують детального вивчення та невідкладного вирішення. Цей процес має бути забезпечений за допомогою кваліфікованих фахівців. Серед найбільш актуальних проблем сьогодення, які стоять на порядку денному: введення в навчальний процес уроків мінної безпеки. Це непросте завдання, що супроводжується низкою проблем. Серед основних викликів: необхідність в легкій та доступній формі розповісти про досить складне; підібрати цікаві форми донесення інформації для молодших школярів; необхідність залучення додаткових фахівців.

На сьогодні є достатньою кількістю представників ДСНС, які можуть відвідати школу і розповісти студентам про мінну безпеку. Такі заняття вже стали звичним явищем. Але, крім того, викладачі й самі мають використовувати цю тему в навчально-виховному процесі. Найперше, це стосується викладачів, які викладають основи безпеки людини. Тож це питання потребує детального вивчення, тому ми й піднімаємо його в своїй роботі.

Ключові слова: мінна безпека, техногенна безпека, основи безпеки людини, війна, студенти, ДСНС, безпека життєдіяльності.

Abstract

The war poses a number of new challenges to society that require detailed study and urgent solution. This process should be ensured with the help of qualified specialists. Among the most pressing issues on the agenda today is the introduction of mine safety lessons into the educational process. This is not an easy task, which is accompanied by a number of problems. The main challenges include: the need to explain something quite complex in an easy and accessible way; finding interesting forms of information for younger students; and the need to involve additional specialists.

Today, there is a sufficient number of SES representatives who can visit schools and tell students about mine safety. Such lessons have already become commonplace. But, in addition, teachers themselves should use this topic in the educational process. First of all, this applies to teachers who teach the basics of human safety. Therefore, this issue requires detailed study, which is why we raise it in our work.

Keywords: mine safety, technogenic safety, basics of human safety, war, students, SES, life safety.

Держава реагує на таку потребу часу, як доведення до студентів інформації про мінну небезпеку в умовах воєнного часу, що дозволяє попередити негативні наслідки та трагедії, які були зафіксовані після повномасштабного вторгнення.

Україна увійшла до переліку країн, найбільш забруднених мінами. Моніторингова місія ООН з прав людини в Україні підтвердила, що міни та вибухонебезпечні предмети спричинили 75 жертв серед студентів у за перший рік повномасштабної війни (рис.1). Тож мінна безпека стала новим предметом для вивчення у сучасних навчальних закладах України [1]. А вже на територіях, які перебували під окупацією, досі знаходять вибухонебезпечні предмети. Таким чином просвіта в сфері мінної безпеки для студентів є надзвичайно актуальною.

Над теоретичним осмисленням проблеми вивчення методики викладання мінної безпеки в освітніх закладах працювали ще не так багато фахівців. Однак вже є ряд напрацювань – Інтернет-сайтів, посібників, брошур, які допомагають учителям пізнати досвід і розробити власні підходи до викладання цієї теми учням. Значну роботу в цьому напрямку проводить Міністерство освіти і науки України, Інститут масової інформації, Unicef [5].



Рис. 1. Вибухонебезпечні предмети

Можемо виокремити кілька ключових аспектів та проблем, з якими може зіткнутися вчитель у процесі підготовки уроків мінної безпеки [2]:

1. Недостатнє інформування. Студенти та викладачі можуть не мати достатньої інформації про небезпеку мін і способи її уникнення.

2. Навчальні програми. Необхідно інтегрувати теми мінної безпеки в навчальний процес, що може потребувати розробки спеціальних програм.

3. Відсутність ресурсів. Школи можуть не мати достатньо фінансування для проведення навчань або закупівлі матеріалів.

4. Психологічний аспект. Діти можуть переживати стрес або страх через інформацію про міни, що може вплинути на їхнє навчання.

5. Співпраця з громадами. Важливо налагодити співпрацю з місцевими організаціями, які займаються питаннями безпеки, для отримання підтримки та ресурсів.

6. Тренінги для викладачів. Викладачі потребують спеціальних тренінгів, щоб правильно передавати знання та реагувати на ситуації, пов'язані з мінною небезпекою.

Рішення цих проблем можуть бути знайдені в розробці чітких стратегій навчання, проведенні регулярних тренінгів і залученні фахівців для підвищення обізнаності.

Розглянемо детальніше ті завдання, які стоять перед вчителем щодо викладання мінної безпеки в школі. Цей процес має свої особливості, які важливо враховувати для ефективного навчання студентів [4]. Наведемо кілька ключових аспектів:

1. Адаптація матеріалів. Інформація повинна бути подана у зрозумілій та доступній формі для різних вікових груп. Використання ілюстрацій, відео та інтерактивних матеріалів може зробити навчання більш цікавим, а інформацію більш доступною.

2. Практичні заняття. Важливим є включення в програму практичних тренінгів, де студенти можуть вчитися розпізнавати небезпечні предмети і правильно реагувати на них.

3. Емоційна підтримка. Обговорення теми мінної безпеки може викликати страх у студентів. Важливо створити безпечне середовище, де студенти можуть відкрито висловлювати свої переживання.

4. Співпраця з експертами. Залучення фахівців з питань безпеки, які можуть надати корисні знання та практичні поради, значно підвищує ефективність навчання.

5. Інтеграція в навчальну програму. Мінну безпеку можна інтегрувати в предмети, такі як основи безпеки людини, екологія або суспільствознавство, щоб підкреслити її важливість. Можна робити вкраплення цієї теми й в інші заняття, більш віддалені від неї - математику, українську мову та літературу тощо.

6. Регулярні оновлення. Тематику викладання повинні регулярно оновлюватися відповідно до нових досліджень і змін у безпековій ситуації в регіоні.

7. Залучення батьків. Інформування батьків про важливість навчання мінної безпеки може допомогти створити загальне розуміння та підтримку в родині.

8. Оцінка знань. Проведення тестів або інтерактивних вправ на закріплення знань про мінну безпеку може допомогти оцінити ефективність навчання.

Пропонуємо декілька цікавих форм для викладання теми мінної безпеки в школі:

Інтерактивні ігри. Варто використовувати ігри, такі як "Міни в полі", де студенти вчаться розпізнавати небезпечні предмети та обирати безпечні маршрути. Це може бути як настільна гра, так і онлайн-версія.

Рольові ігри. Проведення рольових ігор, де студенти втілюють різні сценарії, пов'язані з мінною безпекою, допоможе їм практично застосувати знання в умовах, наближених до реальних.

Творчі проекти: Варто запропонувати учням створити плакати, відеоролики або презентації на тему мінної безпеки. Це сприятиме творчому підходу та глибшому розумінню теми.

Воркшопи. Успіхом будуть користуватися майстер-класи за участю експертів, які поділяться практичними навичками, як правильно діяти у випадку виявлення підозрілого предмета.

Квест. Студентам завжди сподобається квест, в якому вони повинні виконувати завдання, пов'язані з мінною безпекою, проходячи різні станції. Це додасть елементи гри та змагання.

Анімаційні фільми. Доречним буде і перегляд анімаційних фільмів на тему мінної безпеки, що може зробити навчання більш доступним і зрозумілим.

Обговорення у малих групах. Викладачі з успіхом проводять заняття у форматі обговорення, де студенти можуть ділитися своїми думками і запитаннями, а також розглядати конкретні випадки.

Виставки та стенди. Доречними будуть створені інформаційні стенди або виставки, де студенти можуть ознайомитися з матеріалами про мінну безпеку, важливі факти та поради.

Мобільні додатки. Варто використовувати спеціалізовані додатки або онлайн-ресурси, які містять ігри та навчальні матеріали з мінної безпеки.

Спільні проекти з батьками. Користуються популярність в студентів спільні заходи, де батьки можуть разом з дітьми вивчати тему мінної безпеки, наприклад, сімейний день знань.

Ці форми навчання не лише підвищують обізнаність студентів про мінну безпеку, але й зроблять процес навчання цікавим та захоплюючим.

Отже, має бути забезпечено комплексний підхід, який врахує всі ризики та можливості викладання такої дуже актуальної в наш час теми як мінна безпека в школі. Такий виважений підхід сприятиме формуванню у студентів свідомого і відповідального ставлення до їх особистої безпеки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Безпечне освітнє середовище в умовах воєнного стану: на що звернути увагу директору школи. [Електронний ресурс]. Режим доступу - <https://sqe.gov.ua/bezpechne-osvithnie-seredovishhe-v-umovakh/>
2. На варті мінної просвіти студентів та молоді. Як в Україні формують культуру безпеки. [Електронний ресурс]. Режим доступу - https://www.pravda.com.ua/cdn/graphics/2024/minna_prosvita/
3. Пам'ятай про мінну безпеку! Правила поведінки, які можуть вберегти життя. ВІДЕО. [Електронний ресурс]. Режим доступу - <https://koda.gov.ua/pamyataj-pro-minnu-bezpeku-pravyla-povedinky-yaki-mozhut-vberegti-zhyttya-video/>
4. Заняття з мінної безпеки та інше. Як має змінитися освіта під час війни. [Електронний ресурс]. Режим доступу - <https://life.nv.ua/ukr/socium/yak-maye-zmynitsiya-osvita-pid-chas-viyni-rozpovidayut-krashcht-vchiteli-ukrajini-50421000.html>
5. Як навчати студентів мінної безпеки: новий онлайн-курс для викладачів, рятувальників та поліцейських. [Електронний ресурс]. Режим доступу - <https://mon.gov.ua/news/yak-navchati-ditey-minnoi-bezpeki-noviy-onlayn-kurs-dlya-vchiteliv-ryatuvalnikiv-ta-politseyskikh>.

Бондарчук Дарина – здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, Національний транспортний університет, м. Київ

Дрогоман Іван – магістр, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, м. Київ

Олива Віталій – магістр, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, м. Київ

Науковий керівник: **Маркіна Людмила** – доктор технічних наук, професор, професор кафедри екологічного аудиту та технологій захисту довкілля, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, м. Київ, e-mail: olegvvv@gmail.com

Daryna Bondarchuk – student, National Transport University, Kyiv

Ivan Drohoman – magister, State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management, Kyiv

Vitaliy Olyva – magister, State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management, Kyiv

Academic supervisor: **Lyudmyla Markina** – Ph.D. (Doctor of Technical Sciences), professor, professor of the Department of environmental audit and environmental protection technologies, State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management, Kyiv, e-mail: olegvvv@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВИ СОНЯЧНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ У КОНТЕКСТІ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Здійснено аналіз перспектив сонячної генерації у контексті декарбонізації економіки України. В роботі зазначається, що окрім кремнієвих сонячних комірок, на яких переважно базується сучасна геліоенергетика, необхідно здійснювати наукові пошуки більш доступних і менш енергозатратних напівпровідникових матеріалів.

Ключові слова: сонячна генерація, декарбонізація, кремнієві сонячні елементи, тонкоплівкові геліотехнології.

Abstract

An analysis of the prospects of solar generation in the context of the decarbonization of the Ukrainian economy was carried out. It is concluded that in addition to silicon solar cells, on which modern solar energy is mainly based, it is necessary to carry out scientific searches for more accessible and less energy-consuming semiconductor materials.

Keywords: solar generation, decarbonization, silicon solar cells, thin film solar technologies.

Вступ

Одним із найважливіших факторів декарбонізації економіки країни є відновлювальні джерела енергії (ВДЕ). Серед них особливо відрізняється сонячна генерація або сонячна (фото-, геліо-) енергетика. При цьому корисна енергія сонця поширюється значною мірою у вигляді тепла (ІЧ-спектр) та світла (видима ділянка спектру). Ця енергія переважно і керує також кліматом, погодою та фотосинтезом і є основою геліоенергетики та життя живих систем.

Результати дослідження

Як відомо, потенціал сонячної генерації в Україні поділений на чотири кліматичні зони, починаючи від Криму (1 зона ~ 1350 кВт·год/м²) до півночі держави (IV зона ~ в околі 1000 кВт·год/м²). Україна володіє значним потенціалом сонячних станцій і генерує в рік понад 1 ТВт·год. Натомість Китай – понад 250, США – понад 150, Індія – близько 100 ТВт·год. При цьому максимум річного розподілу сонячного проміння припадає на літні місяці, особливо липень. За останні 10÷15 років частка ВДЕ в енергобалансі України зросла з 5 до 11 і більше відсотків. Додаємо, що за ці ж роки інвестиції у ВДЕ зросли приблизно у 4÷5 разів, з 4 млрд. дол. – у 2014 році до 15÷16 млрд. дол. перед війною росії в Україні. Те ж саме спостерігається у трендах вартості сонячної генерації та літій-іонних батарей, яка зменшилася у 4-5 разів.

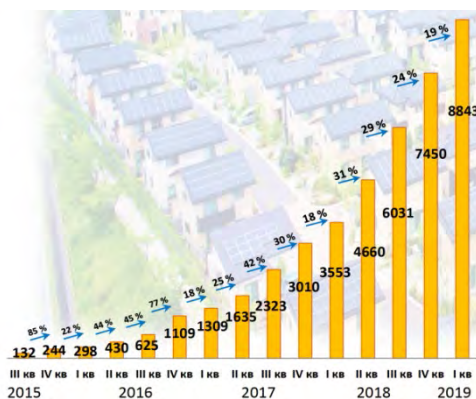


Рис. 1. Динаміка збільшення приватних господарств з СЕС

При цьому особливий поштовх встановленої потужності ВДЕ в Україні спричинив «зелений тариф», починаючи з 2009-2010 рр. За цей же період завдяки зазначеному факторові кількість сонячних станцій у приватних господарствах зростає з декілька сотень у 2015 році до декількох тисяч (орієнтовно 30-40 тис.) домогосподарств – перед війною і цей процес триває. Україна, відтак, по цьому показнику стала одним із лідерів у Європі і тому в нашій країні є багато успішних прикладів впровадження проектів ВДЕ, зокрема, і сонячних станцій.

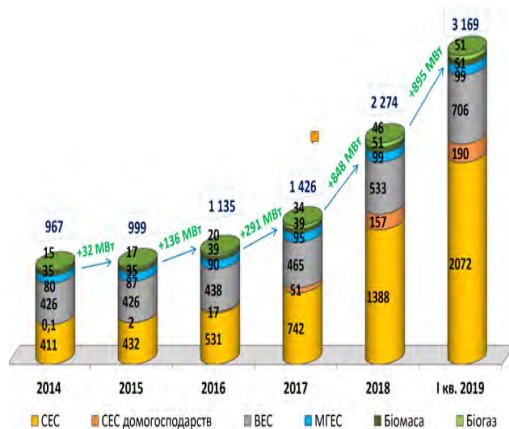


Рис. 2. Динаміка збільшення інвестицій у ВДЕ і, зокрема, СЕС

Висновки

Отже, тренд зростання сонячної генерації незворотній. Тому головне завдання науковців та технологів – суттєве підвищення ККД або ефективності сонячних панелей (ККД кремнієвих елементів в околі 20 %) на основі більш ефективних первинних перетворювачів світла в електрику, які в перспективі мають бути доступнішими, дешевшими, енергомалозатратними при виготовленні, наприклад: арсенід-галієві, пероскітні-плівкові, тандемні комірки гібридного типу, двосторонні та гетероструктурні елементи, сонячні елементи на органічних карбонових сполуках чи на нестехіометричній кераміці тощо.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Richard, S. (2015) MIT Study on the future of Solar Energy, energy.mit.edu. Available at: <https://energy.mit.edu/wp-content/uploads/2015/05/MITEI-The-Future-of-Solar-Energy.pdf> (Accessed: 05 September 2024).
2. REU (Renewable energy in Ukraine). (2011). State Agency for Investment and National Projects of Ukraine. URL: http://www.investin.if.ua/doc/pub/Ovewview_Renewable-energy-in-Ukraine_230_230_www.pdf
3. Interactive map of energy efficiency and renewable energy projects of Ukraine. (2017). UAMAP. URL: <http://www.uamap.org.ua/map>.
4. Different materials used to make solar panels - knowledge - DS new energy (2024) DS New energy. Available at: <https://ua.dsisolar.com/info/the-different-materials-used-to-make-solar-pan-54365614.html> (Accessed: 05 September 2024).
5. Svitlana Chekunova, "Promising technologies of photovoltaic solar energy", Razumkov Center, No. 5, 2021. <https://razumkov.org.ua/statti/perspektyvni-tekhnologii-fotoelektrychnoi-soniachnoi-energetyky>.

Петрук Василь Григорович — д.т.н., професор, професор кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: petrukvg@gmail.com.

Гавадза Сергій Вячеславович — аспірант кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля Вінницького національного технічного університету, Вінниця., e-mail: gavadza@gmail.com.

Петрук Галина Дмитрівна — старший науковий співробітник кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля Вінницького національного технічного університету, Вінниця, e-mail: petrukgd@vntu.edu.ua.

Petruk Vasyly H. — D.Sc., Professor, Professor of Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: petrukvg@gmail.com.

Gavadza Serhii Vyacheslavovich — PhD student of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies of Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. e-mail: gavadza@gmail.com.

Galina Dmytrivna Petruk — senior researcher at the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies of the Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: petrukgd@vntu.edu.ua.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ В БУДІВНИЦТВІ

Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет

Анотація

Досліджено сучасні аспекти енергоефективності в будівництві. Наведено напрямки тенденцій в екологізації та енергоощадності отримання будівельних матеріалів, проектуванні, будівництві, експлуатації та реконструкції будівель й споруд.

Ключові слова: перероблений бетон, рецикловані матеріали, низьковуглецевий бетон, «розумний будинок»

Abstract

Modern aspects of energy efficiency in construction are studied. The direction of trends in greening and energy saving of obtaining building materials, design, construction, operation and reconstruction of buildings and structures is indicated.

Keywords: recycled concrete, recycled materials, low-carbon concrete, "smart house"

Сучасні аспекти енергоефективності в будівництві стають дедалі актуальнішими в умовах зростаючих вимог до сталого розвитку та зменшення впливу на навколишнє середовище. Орієнтація іде на декілька ключових напрямків у сучасних тенденціях в енергоефективному будівництві: використання енергоефективних матеріалів, інтелектуальні системи управління, використання відновлювальних джерел енергії, проектування з урахуванням енергоефективності, використання зелених технологій, норми й сертифікація, реновація існуючих будівель, залучення новітніх технологій.

Сучасні будівельні матеріали, такі як теплоізоляційні панелі, енергозберігаючі вікна та двері з подвійним або потрійним склінням, значно зменшують тепловтрати. Нові технології в розробці матеріалів не достатньо дозволяють використовувати екологічні компоненти, які не лише забезпечують високу ефективність, але й зменшують негативний вплив на довкілля.

Існують екологічні енергоефективні будівельні матеріали, які включають біобазовані матеріали. Вони виготовлені з природних або відновлювальних ресурсів, такі як солома, дерево, бамбук, які мають низький вуглецевий слід. Інколи використовують екологічні ізоляційні матеріали: целюлоза, шерсть, коноплі та коркові плити, які забезпечують високу теплоізоляцію і є безпечними для здоров'я. Інноваційними та екологічними методам є використання наноматеріалів. Використання нанотехнологій дозволяє покращити властивості традиційних матеріалів, наприклад, збільшити їх міцність або зменшити теплопровідність.

Рецикловані матеріали у будівництві відіграють важливу роль у зменшенні відходів і збереженні природних ресурсів. В умовах воєнних дій, коли постійно отримуємо відходи руйнації від житлових та промислових будівель, досить актуальним є використання переробленого бетону. Залишки зруйнованих будівель можуть бути подрібнені та використані як заповнювач у нових бетонних сумішах. Перероблене скло може використовуватися у виробництві плитки, декоративних елементів або як заповнювач для бетону. Старі сталеві конструкції можуть бути перероблені та використані для нових будівельних проектів, що знижує потребу у видобутку нової сировини. Перероблене дерево з старих конструкцій може бути використане для виготовлення нових меблів, підлог або стінових панелей. Відходи з пластика можуть бути перетворені на будівельні матеріали, такі як пластикові плитки або панелі. Перероблені керамічні плитки та сантехніка можуть бути використані в нових проєктах [1].

Реконструкція старих будівель з урахуванням енергоефективності стає вагомим аспектом сучасного будівництва. Більшість таких об'єктів споживають значну кількість енергії, тому модернізація систем опалення, вентиляції та кондиціонування, а також утеплення стін і дахів можуть значно зменшити енергоспоживання.

Досить популярна та уживана у побутовій та виробничій сферах стала інтеграція відновлювальних джерел енергії безпосередньо в будівлі для зменшення енергетичних витрат. Найчастіше - сонячні

панелі, вітрові турбіни та геотермальні системи. Інтеграція відновлюваних джерел енергії дозволяє значно знизити залежність від традиційних джерел енергії та зменшити викид CO₂.

Для зменшення викидів CO₂ під час виробництва досить часто використовують альтернативні сировини, такі як низьковуглецевий бетон. Низьковуглецевий бетон — це тип бетону, який розроблений для зменшення викидів вуглекислого газу під час його виробництва. Це досягається шляхом використання альтернативних сировин, оптимізації виробничих процесів та зменшення споживання портландцементу, який є основним джерелом викидів CO₂ у традиційному бетоні. Використання перероблених матеріалів або натуральних заповнювачів (наприклад, з попелу, шлаку, або піску) може зменшити кількість портландцементу. Застосування добавок, таких як летючий зола або силікатний матеріал, дозволяє зменшити кількість цементу, необхідного для досягнення необхідних властивостей. Виробництво низьковуглецевого бетону часто супроводжується зниженням енергетичних витрат, що також сприяє зменшенню викидів CO₂ [2]. Низьковуглецевий бетон може мати такі ж механічні властивості, як і традиційний бетон, забезпечуючи тривалий термін служби та високу міцність. Використання низьковуглецевого бетону сприяє сталому розвитку, оскільки зменшує негативний вплив будівництва на навколишнє середовище. Ці матеріали допомагають зменшити енергоспоживання, покращити комфорт у приміщеннях та знизити негативний вплив на навколишнє середовище[2].

Системи автоматизації, такі як «розумний будинок» дозволяють знизити потенційні витрати у зв'язку з аварійними та іншими форс-мажорними ситуаціями, зменшити споживання електроенергії, газу та інших ресурсів, оскільки основні їх споживачі не будуть працювати вхолосту. Робота системи забезпечується завдяки термостатам, датчикам руху та системі управління освітленням, що може оптимізувати споживання енергії в будинках і комерційних будівлях. Ці системи забезпечують моніторинг і регулювання енергоспоживання в реальному часі [3].

Сучасні архітектурні підходи акцентують увагу на оптимізації форм і орієнтації будівель для досягнення максимального природного освітлення та вентиляції. Дане рішення зменшує потребу в штучному освітленні та кондиціонуванні.

Концепція «зеленого будівництва» включає в себе використання екологічно чистих матеріалів, систему збору дощової води, переробки відходів та зменшення викидів під час будівництва. Це не лише є енергоефективно, але й покращує якість життя людей.

Системи сертифікації, такі як LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) та BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), стимулюють реалізацію енергоефективних практик у будівництві. Вони встановлюють вимоги до енергоефективності, управління ресурсами та екологічного впливу.

Застосування технологій, таких як 3D-друк, модульне будівництво та використання віртуальної реальності для проектування, відкривають нові можливості для підвищення енергоефективності. Вони здатні знижувати витрати на матеріали та енергію, а також скорочувати час будівництва.

Енергоефективність у будівництві є елементом сталого розвитку. Застосування сучасних технологій, матеріалів та підходів дозволяє знизити витрати на енергію, підвищити комфорт і якість життя, а також зменшити негативний вплив на навколишнє середовище. Ефективне використання ресурсів і впровадження інноваційних рішень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Перероблення будівельних відходів: виклики та можливості для України. Коссе Ірина. <http://surl.li/xfzrzr>
2. Зменшення викидів вуглецю в будівництві: стратегії для низьковуглецевого бетону. Серпень 8, 2023. <http://surl.li/edikwz>
3. The technology of energy saving in buildings: The European Experience // AVOK. - 2013. - № 1. - S. 36-45.
4. Чала В.С., Орловська Ю.В., Глущенко А.В. Європейські практики інвестування зеленого будівництва: Підручник Д.: ПДАБА. 2023. – 148 с

Макаров Андрій Віталійович - канд. тех. наук, ст.викл. кафедри цивільної інженерії, технологій будівництва і захисту довкілля, Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет, makarov.a.v@dsau.dp.ua

Євтушенко Петро Євгенійович - студент гр. Мг ГТБ-23, факультету водогосподарської інженерії та екології, Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет, 11339355@student.dsau.dp.ua

Макарова Тетяна Костянтинівна - канд. с.-г. наук, доцентка кафедри цивільної інженерії, технологій будівництва і захисту довкілля, Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет

Н.М. Полив'ячук¹
О.С. Єфімов¹
О.В. Фурман¹
Р.В. Петрук¹
О.П. Арсеньєва²
А.П. Полив'ячук¹

ЕКОЛОГІЗАЦІЯ СФЕРИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ НА ОСНОВІ МЕТОДУ ОПТИМІЗОВАНОГО ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

¹ Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна

² Падерборнський університет, Падерборн, Німеччина

Анотація

Запропоновано метод оптимізованого впровадження енергоефективних технологій в сфері теплопостачання, використання якого дозволяє суттєво підвищити еколого-економічну ефективність та інвестиційну привабливість проектів з енергомодернізації технічних комплексів «виробник - споживач» теплової енергії.

Ключові слова: теплопостачання, екологізація, енергоефективність, економічність, оптимізація.

Abstract

A method of optimized implementation of energy-efficient technologies in the field of heat supply is proposed, the use of which allows to significantly increase the ecological and economic efficiency and investment attractiveness of energy modernization projects of technical complexes "producer-consumer" of thermal energy.

Keywords: heat supply, greening, energy efficiency, economy, optimization.

Вступ

Одним із основних критеріїв ефективної модернізації систем теплозабезпечення 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 [1], це дозволяє забезпечити більш реалістичні шляхи декарбонізації систем теплопостачання будівель, відображаючи той факт, що інвестиційні рішення можуть прийматися на кількох етапах життєвого циклу будівель, і враховувати цінність інвестиційної гнучкості. Методологія визначення оптимальних стратегій екологізації та декарбонізації для існуючих районів з урахуванням інвестиційних рішень щодо енергопостачання на рівні будівлі та модернізації та розширення існуючих систем централізованого теплопостачання була запропонована в роботі [2]. 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 - оптимальний, але також оптимальний з точки зору витрат для будинків без централізованого опалення.

Результати дослідження

На основі аналізу передового світового та власного досвіду екологізації сфери теплопостачання [3-5] авторами реалізовано науково-прикладний проект, присвячений створенню та верифікації методу оптимізованого впровадження енергоощадних технологій (ЕТ) в технічному комплексі «будівля(лі)-система(ми) теплопостачання» за критерієм комплексного еколого-економічного ефекту (рис. 1).

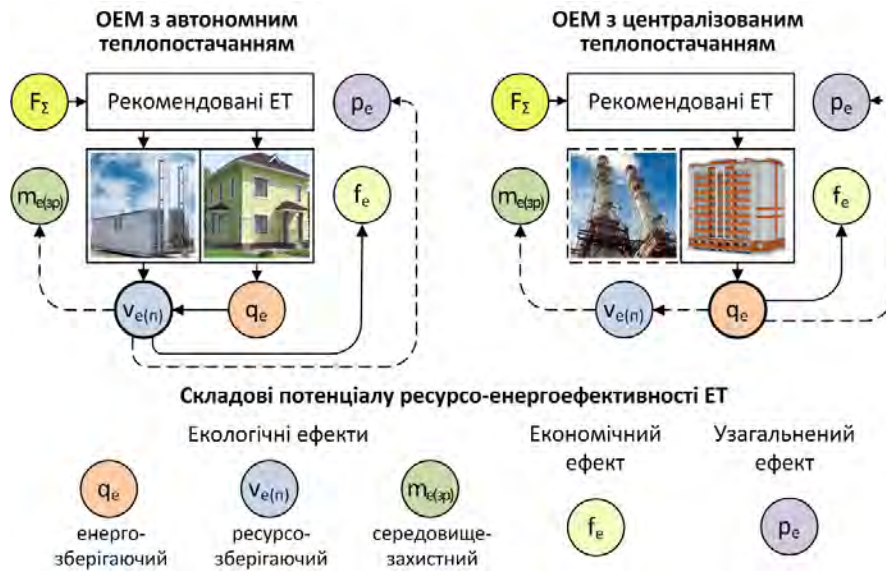


Рис. 1. Складові комплексного ефекту енергомодернізації технічної системи «будівля-система тепlopостачання»

Для забезпечення ефективності використання даного методу в будівлях та теплових мережах різних періодів забудови, з різними початковими рівнями теплового захисту, кліматичними умовами експлуатації та сферами застосування в процесі досліджень вирішено задачу створення уніфікованої методологічної бази для визначення оптимальних технічних рішень по реалізації потенціалу енергоефективності досліджуваних об'єктів на основі системного підходу з врахуванням різних механізмів утворення енергетичного ефекту, а саме: зменшення теплових втрат через огорожувальні конструкції, використання технологій «розумного будинку», альтернативних джерел енергії, тощо. Розробку даної методологічної бази проведено з врахуванням мотивації балансоутримувача (власника) та інвестора об'єкту енергомодернізації (рис. 2) та на основі принципів:

- 1) впорядкування об'єктів впровадження ЕТ в послідовності: споживач → транспортувальник → виробник теплової енергії, або: будівля → теплопровід → генератор тепла; при цьому забезпечується комплексний підхід до аналізу об'єкту впровадження ЕТ;
- 2) поетапність впровадження ЕТ із застосуванням економічного ефекту реалізованих етапів, що дозволяє використовувати потенціал самофінансування об'єкту енергомодернізації;
- 3) раціональність досягнення ефекту від впровадження ЕТ з наданням пріоритету технологіям з найбільшою рентабельністю, що забезпечує ефективність використання фінансових ресурсів;
- 4) оптимізація параметрів процесу впровадження ЕТ за критерієм економічної ефективності фінансових витрат, що дозволяє забезпечити максимальну ефективність використання інвестицій.

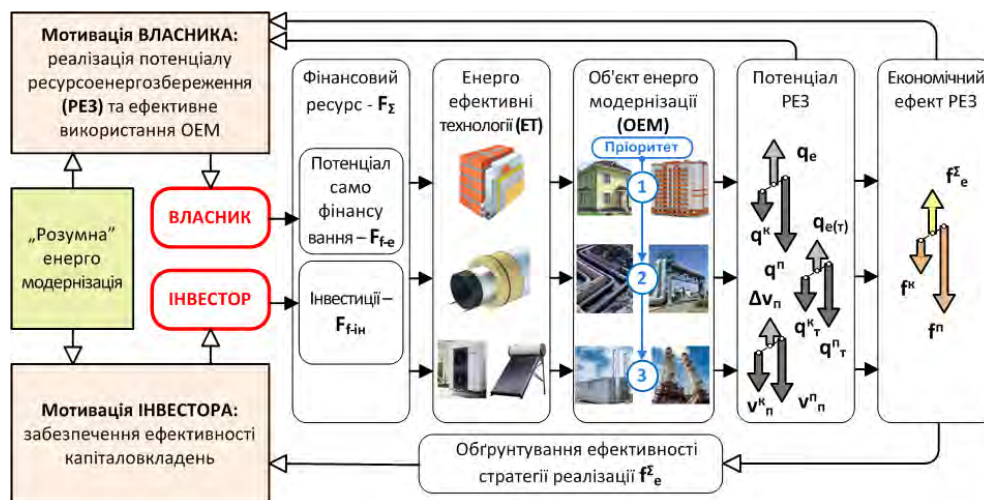


Рис. 2. Врахування мотивації власника та інвестора досліджуваного об'єкту енергомодернізації

Практичне застосування методу оптимізованого впровадження енергоощадних технологій в технічному комплексі «будівля-система теплопостачання» передбачає підвищення інвестиційної привабливості ресурсо- та енергозберігаючих заходів із середніми та значними термінами окупності, що сприяє покращенню умов для їх фактичного впровадження та отримання комплексного ефекту у вигляді: зменшення викидів у атмосферу урбанізованих територій забруднюючих речовин і парникових газів, покращення показників якості повітря у містах, скорочення витрат палива і економічних витрат на вироблення теплової енергії.

Виконання розроблених авторами рекомендацій щодо підвищення енергоефективності об'єктів-споживачів теплової енергії – житлових, громадських, промислових будинків і споруд, а також об'єктів-виробників тепла – комунальних котельень, дозволяє скоротити потребу населення і муніципальних підприємств у тепловій енергії, знизити навантаження на міські теплові мережі та зменшити вартість комунальних тарифів, що матиме позитивний економічний та соціальний ефект.

Висновок

Створено метод оптимізованого впровадження енергоефективних технологій в сфері теплопостачання, призначений для реалізації потенціалу ресурсо-енергозбереження технічних комплексів «будівля(лі) – система(ми) теплопостачання» різних типів і призначення з мінімальними витратами фінансових ресурсів і термінами їх окупності, використання якого дозволяє суттєво підвищити еколого-економічну ефективність та інвестиційну привабливість проектів з енергомодернізації вказаних технічних комплексів та їх елементів – об'єктів, які споживають, транспортують і генерують теплову енергію.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. J. Richarz, S. Henn, T. Osterhage, D. Müller, Optimal scheduling of modernization measures for typical non-residential buildings, *Energy*, 238 (2022) 121871, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121871>.
2. A. Lerbinger, I. Petkov, G. Mavromatidis, C. Knoeri, 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>.
3. T. Cholewa, A. Siuta-Olcha, A. Smolarz, P. Murjas, P. Wolszczak, Ł. Guz, M. Bocian, G. Sadowska, W. Łokczewska, C.A. Balaras, 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. T.E. Seghier, Y.-W. Lim, M.F. Harun, M.H. Ahmad, A.A. Samah, H.A. Majid, 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>.
5. Polyvianchuk A., Malyarenko V., Semenenko R., Gura K., Sabev Varbanov P., Arsenyeva O. The general-purpose approach for estimation of residential heating systems efficiency using the various energy sources. *Energy and Buildings*, 2023. – 113390. – p. 23. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.113390>.

Полив'ячук Наталія Миколаївна – аспірант 2-го року навчання кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля (ЕХТЗД), Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії (ФБЦЕІ), Вінницький національний технічний університет (ВНТУ), Вінниця, e-mail: polyvianchuk_n@vntu.edu.ua;

Єфімов Олексій Сергійович – аспірант 2-го року навчання кафедри ЕХТЗД, ФБЦЕІ, ВНТУ, Вінниця;

Фурман Олександр Вікторович – студент групи ТЗД-23м кафедри ЕХТЗД, кафедри ЕХТЗД, ФБЦЕІ, ВНТУ, Вінниця;

Петрук Роман Васильович – д-р техн. наук, професор, професор кафедри ЕХТЗД, ФБЦЕІ, ВНТУ, Вінниця;

Арсеньєва Ольга Петрівна – д-р техн. наук, професор, Падерборнський університет, Падерборн;

Полив'ячук Андрій Павлович – д-р техн. наук, професор, професор кафедри ЕХТЗД, кафедри ЕХТЗД, ФБЦЕІ, ВНТУ, Вінниця.

Nataliya Polyvianchuk - 2nd year graduate student of the Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering (FCCEE);

Oleksiy Efimov - 2nd year graduate student of the ECEPT Department, FCCEE;

Oleksandr Furman - a student of the ECEPT department, FBCEI;

Roman Petruk - Dr. Tech. Sciences, Prof., professor of the ECEPT department, FBCEI, VNTU, Vinnytsia;

Olga Arsenyeva - Dr. Tech. Science, Prof., University of Paderborn, Paderborn;

Andrii Polyvianchuk - Dr. Tech. Sciences, Prof., professor of the department ECEPT, FCCEE, VNTU, Vinnytsia.

СУЧАСНІ ПІДХОДИ В ПОСТМАЙНІНГУ

¹ Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління
² Центр постмайнінгу, Вища технічна школа Георга Агріколи

Анотація

У статті представлені узагальнені результати досліджень, спрямованих на розробку та впровадження технологій забезпечення екологічної та техногенної безпеки, методичних основ екологічно безпечних технологій в постмайнінгу при ліквідації вугледобувних підприємств України. Розглядаються питання щодо порушення гідрогеологічного режиму вугледобувних регіонів; забруднення підземних та поверхневих вод мінералізованими шахтними водами; відчуження територій розміщення породних відвалів та інших відходів; деформації, просідання та підтоплення земної поверхні над гірничими виробками при ліквідації вугледобувних підприємств. Запропоновано комплекс природоохоронних технологій, які забезпечать зменшення техногенного навантаження на навколишнє середовище та вирішення екологічних проблем вугледобувних регіонів України.

Ключові слова: постмайнінг, шахтні води, рівень шахтних вод, водовідлив, консервація шахт, концепція управління шахтними водами

Abstract

The article presents the generalized results of research aimed at the development and implementation of technology for ensuring environmental and man-made safety, methodological foundations of environmentally safe technologies in post-mining during the liquidation of coal-mining enterprises of Ukraine. Questions regarding violation of the hydrogeological regime of coal-mining regions are considered; contamination of underground and surface waters with mineralized mine waters; alienation of the territories of placement of rock dumps and other waste; deformations, subsidence and flooding of the earth's surface above mining operations during the liquidation of coal mining enterprises. A complex of environmental protection technologies is proposed, which will ensure the reduction of the man-made load on the environment and the solution of environmental problems in the coal-mining regions of Ukraine.

Keywords: post-mining, mine water, mine water level, drainage, mine conservation, mine water management concept

Повномасштабне вторгнення російської федерації на суверенні землі України призвело до прямого небезпечного впливу бойових дій на абсолютно усі екологічні складові доквілля, у тому числі на поверхневі та підземні води. За таких несприятливих умов значно зросли ризики виникнення аварійних ситуацій на вугільних підприємствах, які розташовані поблизу лінії зіткнення, а особливо, на непідконтрольних Уряду України територіях. Основна небезпека військових дій пов'язана із забрудненням навколишнього середовища через аварії та неконтрольоване затоплення суміжних шахт на територіях, анексованих агресором.

Більша частина шахт східного регіону України затоплюється або вже повністю затоплені та не підлягають подальшій експлуатації. Частину пошкоджених або зупинених шахт на Донбасі було демонтовано [1]. Однак, найбільша проблема в тому, що практично усі вони знаходяться на непідконтрольній території і реальний їх стан невідомий. Ситуація що склалася, несе загрозу потенційного забруднення підземних та поверхневих вод при їх контакті з шахтними водами, забрудненими, зокрема, залізом, хлоридами, сульфатами, іншими мінеральними солями й важкими металами.

Наслідки неконтрольованого затоплення вугільних шахт можуть бути катастрофічними. Підйом рівня шахтних вод до критичних відміток призведе до незворотних змін у масивах гірських порід, і, як наслідок, відбуватиметься значне підтоплення територій, просідання земної поверхні, активізація обвалів, зсувів ґрунту тощо. Шахтні води окислюються, насичуються металами, оскільки все обладнання, яке колись існувало під час гірничих робіт, залишилось там, у шахтах. Тож при контакті з залізобетонними конструкціями відбувається процес насичення шахтних вод небезпечними сполуками. Найбільша ж небезпека від просідання поверхні, яка викликає деформацію фундаментів та руйнування споруд в зоні підтоплення [2].

Підземні та поверхневі води, які потрапляють до гірничих виробок називаються шахтними водами. Ці води, зазвичай, високомінералізовані та можуть бути забруднені як механічними так і

хімічними домішками. Шахтні води негативно впливають на процеси видобування корисних копалин, пошкоджують техніку та підземні споруди, знижують якість видобутих корисних копалин. Тому під час експлуатації шахти ці води постійно відкачують, а перед скиданням у водойми очищують – відстоюють у ставках-освітлювачах, нейтралізують чи демінералізують у залежності від хімічного складу.

Процес водовідливу із шахт не повинен припиняється навіть коли вона припинила функціонувати, аби запобігти її затопленню – це і є однією із ключових задач постмайнінгу. Відомо два способи консервації шахт – сухий та мокрий. Коли після закриття шахти функціонує водовідлив, то такий спосіб закриття шахт називається «сухою» консервацією і, на сьогодні, є найефективнішим, проте потребує значних капітальних та експлуатаційних витрат.

Існує простіший, проте небезпечний для довкілля спосіб «мочної» ліквідації шахти – неконтрольоване затоплення гірничої виробки шахтною водою. Саме такий процес через брак фінансування та халатність відповідальних осіб відбувається протягом останніх років на багатьох шахтах, які розташовані на тимчасово окупованих територіях Донбасу.

Як відомо, для шахт, котрі утворюють єдину гідравлічно взаємопов'язану підземну систему, не існує лінії розмежування і підняття рівня води в одній шахті може призводити до ланцюгової реакції на інших гідравлічно пов'язаних шахтах та підняття рівня води у них. Саме така картина спостерігається протягом останніх років.

Оскільки відновити видобування вугілля із затоплених шахтах практично не можливо, то потрібно прийняти цей виклик і розробити систему менеджменту, яка б забезпечила прийнятний екологічний та соціально-економічний стан вуглевидобувного регіону тобто розробити концепцію постмайнінгу.

Схожий шлях свого часу пройшла Німеччина. Так, земля Північний Рейн-Вестфалія, пройшла важкий шлях, від колапсу економіки після Другої Світової війни, поступової відбудови, енергетичної кризи у 60-х роках минулого сторіччя, відмови від дотаційних шахт і припинення вуглевидобутку у 2018 році до повної трансформації в інноваційний хаб Німеччини.

Враховуючи, що неконтрольоване затоплення може призвести до непрогнозованих катастрофічних наслідків, то ключовим аспектом, з технічної точки зору, в процесі закриття шахт чи постмайнінгу являється управління шахтними водами. Успішне управління таким процесом уже втілене в життя на прикладах так званих «водних провінцій» вугільних басейнів Рур та Саар, з поступовим переходом з підземних водовідливів на центральні водовідливи «колодязного типу». Такий комплексний підхід дає можливість значно скоротити витрати на вирішення «вічних» проблем постмайнінгу, пов'язаних з шахтними водами [3, 4]. Саме створення державно-громадського партнерства, яке успішно функціонує у Німеччині, дозволить вирішити проблему постмайнінгу не тільки на території Донбасу, а і дасть поштовх для розвитку нового напрямку науки в Україні.

В Німеччині реструктуризація вугільної промисловості відбувалась поступово і за підтримки держави та ініціатив державно-громадського партнерства. За цей час вдалося створити новий імідж колишніх мономіст: від старої промислової зони до головного офісу з виробничою компетенцією та інноваціями. Міська агломерація з 5-мільйонним населенням отримала нові горизонти: спеціалізація на основі екологічних технологій і нової мобільності, цифрових комунікацій і кібербезпеки, логістики та охорони здоров'я.

Зараз земля Північний Рейн-Фестфалія – це один з культурних центрів Німеччини із 130 музеями, 6 університетами, 15 коледжами та 60 дослідницькими центрами, 6 оперними театрами та багатьма об'єктами культурно-промислової спадщини [5].

Саме тому, вже зараз потрібно вивчити та розробити власну концепцію управління шахтними водами, базуючись на прикладі «водних провінцій» RAG AG в Німеччині. Звісно, що Україні передусім довгий та складний шлях відновлення проте для розробки подібної концепції не потрібно очікувати перемоги та завершення війни. Всі необхідні дані, такі як схеми шахтних полів та гірничих виробок є в наявності у відповідних міністерствах та установах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Оцінка екологічної шкоди та пріоритети відновлення довкілля на сході України. – К.: ВАІТЕ, 2017. – 88 с.
2. Еколого-техногенні небезпеки і загрози від забруднення приземної атмосфери Донбасу за умови повного постмайнінгу. (Обґрунтування методичних основ екологічно безпечних технологій постмайнінгу). Монографія / Єрмаков В.М., Яковлев С.О., Чумаченко С.М., Петрук В.Г., Дятел О.О., Карпенко М.І., Лубенська Н.О. – Київ, 2024. – 85 с.
3. Електронний ресурс: <http://www.zechenkarte.de/>
4. Електронний ресурс: www.rag.de
5. Електронний ресурс: «EURACOAL Market Report 2022 no.1»

Єрмаков Віктор Миколайович доктор технічних наук, доцент, заступник директора Міжгалузевого координаційного центру з екологічної освіти для сталого розвитку, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління. м. Київ, Україна. E-mail: evn54@ukr.net

Дятел Олександр Олексійович кандидат технічних наук, доцент кафедри екологічного аудиту та технологій захисту довкілля. Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління. м. Київ, Україна. E-mail: alexandr_dyatel@ukr.net

Лубенська Наталія Олександрівна наукова співробітниця Центру постмайнінгу, Центр постмайнінгу, Вища технічна школа Георга Агріколи, Бохум, Німеччина. E-mail: lubenskaja@gmail.com

Yermakov Viktor Doctor of Engineering Sciences, docent, deputy director of the Intersectoral Coordination Center for Environmental Education for Sustainable Development, State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management, Kyiv, Ukraine. E-mail: evn54@ukr.net

Diatel Oleksandr Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Environmental Audit and Environmental Protection Technologies, State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management, Kyiv, Ukraine. E-mail: alexandr_dyatel@ukr.net

Natalia Lubenska Researcher of the THGA Postmining Center, Post-Mining Center, George Agricola Higher Technical School, Bochum, Germany. E-mail: lubenskaja@gmail.com

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИРОДООРІЄНТОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ В УМОВАХ КЛІМАТУ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Харківський національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова

Анотація

Запропоновано застосування зимостійких ліан в умовах клімату Харківської області України для зменшення надходжень надлишкового тепла у приміщення під час спекотної погоди.

Проведено експериментальні дослідження в липні-серпні в безхмарні дні на зовнішній поверхні стіни будинку, яка зорієнтована на південь.

Для теоретичних розрахунків температури зовнішньої поверхні стіни будинку застосовано рівняння теплопередачі через плоску стінку для квазістаціонарних умов відповідно до загальноприйнятих методик теплопередачі через багатошарові стінові конструкції, що використовуються при проведенні енергетичного аудиту будівель.

Встановлено, що застосування вертикального озеленення може скоротити надходження надлишкового тепла до кімнати будинку через стіну, яка зорієнтована на південь, протягом «хвилі тепла» за кліматичними умовами Харківської області у 2,5 рази.

Ключові слова: природоорієнтовані технології, енергоефективність, вертикальне озеленення, кліматичні умови, сонячна радіація.

Abstract

The paper proposes the use of winter-hardy vines in the climate of the Kharkiv region of Ukraine to reduce the flow of excess heat into the room during hot weather.

Experimental studies were carried out in July and August on cloudless days on the outer surface of a house wall, which is oriented to the south.

The equation of heat transfer through a flat wall for quasi-stationary conditions was used for theoretical calculations of the temperature of the outer surface of the building wall in accordance with the generally accepted methods of heat transfer through multilayer wall structures used in the energy audit of buildings.

It was found that the use of vertical landscaping can reduce the flow of excess heat into a room through a south-facing wall during a "heat wave" under the climatic conditions of the Kharkiv region by 2.5 times.

Keywords: nature-based technologies, energy efficiency, vertical gardening, climatic conditions, solar radiation.

Вступ

За оцінками Міжнародного енергетичного агентства (МЕА), з 2020 року уряди всього світу мобілізували близько 1 трильйона доларів США на заходи, пов'язані з енергоефективністю. Це становить приблизно 250 мільярдів доларів США на рік. На охолодження будівель у світі витрачається близько 10% від загального споживання електроенергії. [1]. Глобальні зміни клімату [2] призводять до зростання витрат енергії на охолодження будівель. Деревя, чагарники, ліани є ефективними як для зниження падаючої (прямої і розсіювальної) сонячної енергії, так і відбитої терморадіації. Дослідження ефективності застосування вертикального озеленення в умовах клімату Німеччини [3] і Іспанії [4] показали можливість зниження температури зовнішньої поверхні стін до 15, 5 К і скорочення витрат електроенергії на охолодження повітря до 28%.

Метою роботи є оцінка ефективності застосування природоорієнтованих технологій, які не потребують значних капіталовкладень, для скорочення витрат енергії на охолодження будівель в період літньої спеки в умовах клімату Харківської області.

Результати дослідження

Застосування вертикального озеленення є природоорієнтованим заходом з енергозбереження, який дозволяє зменшити витрати електроенергії на охолодження приміщень під час спекотної погоди, а також поліпшити мікроклімат на прибудинковій території, позитивно вплинути на архітектурний дизайн населеного пункту.

У порівнянні з системами кондиціонування повітря та іншими технічними засобами, застосування вертикального озеленення має певні переваги:

- не потребує значних капіталовкладень;
- не потребує технічного обслуговування спеціалізованими організаціями;
- не витрачає електроенергію, що опосередковано призводить до скорочення викидів парникових газів та інших шкідливих впливів на довкілля.

Такі рішення є важливою складовою стратегії сталого розвитку, оскільки допомагають знижувати залежність від викопного палива та сприяють раціональному використанню ресурсів.

Встановлено, що деревні ліани, що використовуються в озелененні, є інтродуцентами. Показниками їх успішного зростання та онтогенезу у нових умовах є зимостійкість, посухостійкість, стійкість до шкідників та хвороб, а також здатність до розмноження.

Найбільш зимостійкими ліанами в умовах клімату України виявились *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., *P. tricuspidata* (Siebold & Zucc.) Planch., *Lonicera caprifolium* L., *Campsis radicans* (L.) Seem [5].

Протягом вегетаційного сезону, завдяки суцільному шару листя, надходження сонячної радіації на зовнішню поверхню фасаду будинку припиниться, скоротиться надходження тепла всередину приміщення. У зимовий сезон листопадні ліани не перешкоджають надходження енергії сонячної радіації.

Об'єкт дослідження – типовий двоповерховий будинок у селищі Борівське, Харківської області, де було прийнято рішення про застосування вертикального озеленення як природоорієнтованої технології для термомодернізації.

Дослідження проводилися в липні-серпні в безхмарні дні на зовнішній поверхні стіни, яка зорієнтована на південь. Визначалася температура на ділянці стіни, яка вкрита щільним шаром листя ліани і на ділянці, відкритої до надходження сонячної радіації (табл.1).

Таблиця 1 – Результати експериментальних досліджень температури зовнішньої поверхні стін різної орієнтації, із застосуванням вертикального озеленення і без

Час доби, τ, годин	Температура зовнішньої поверхні стіни, зорієнтованої на схід, °С		Температура зовнішньої поверхні стіни, зорієнтованої на південь, °С		Температура зовнішньої поверхні стіни, зорієнтованої на захід, °С		Температура а зовнішнього повітря, °С	Швидкість вітру, м/с
	сонце	тінь	сонце	тінь	сонце	тінь		
9:00	47	28	38	25	27	24	26	0-2
10:00	45	28	43	27	29/28	25	28	1-3
11:00	45	29	47	29	31/30	28	31	1-3
12:00	36	28	51	30	33	29	31	0-2
13:00	35	28	50	31	38	31	32	0-2
14:00	35	29	50	33	45	32	33	1-3
16:00	32	28	40	32	56/52	33	31	2-4
18:00	31		36	31	55/53	32	30	1-3

Для експериментальних досліджень застосовувалися прилади лабораторії екологічного моніторингу кафедри Інженерної екології міст Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова.

Швидкість вітру виміряли анемометром лабораторним НТ-81.

Температуру поверхні стіни виміряли пірометром FLUS IR-820 (ФЛУС ІР-820) (рис.1).



Рисунок 1 – Загальний вигляд пірометра FLUS IR-820 та процес його використання

Для теоретичних розрахунків температури зовнішньої поверхні стіни будинку застосовано рівняння теплопередачі через плоску стінку для квазістаціонарних умов відповідно до загальноприйнятих методик теплопередачі через багатошарові стінові конструкції, що використовуються при проведенні енергетичного аудиту будівель.

Значення коефіцієнтів тепловіддачі, коефіцієнтів теплопровідності огорожувальних будівельних конструкцій, інтенсивності сонячної радіації та інші кліматичні дані регіону обиралися згідно з чинними нормативами у сфері будівельної кліматології.

У ході досліджень виконано оцінку скорочення викидів забруднювальних речовин, за рахунок скорочення витрат енергії на роботу систем кондиціонування повітря із застосуванням узагальнених показників емісії. Додатково, у роботі розроблено пропозиції до екологічного розділу програми соціально-економічного розвитку територіальної громади.

Реалізація цього розділу програми може бути черговим кроком до забезпечення енергетичної незалежності держави, підвищення рівня екологічної безпеки.

Висновки

Розроблено алгоритм розрахунку скорочення надходження надлишкового тепла у приміщення під час спекотної погоди в результаті застосування вертикального озеленення, який враховує кліматичні умови місця розміщення будівлі, та теплозахисні властивості її зовнішніх огорожувальних конструкцій, потенційне скорочення викидів парникових газів за рахунок скорочення витрат електроенергії на охолодження приміщень під час спекотної погоди.

Завдяки застосуванню вертикального озеленення надходження надлишкового тепла до кімнати будинку через стіну, яка зорієнтована на південь, протягом «хвилі тепла» за кліматичними умовами Харківської області скорочується у 2,5 рази.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Energy Efficiency 2022. REPORT INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/7741739e-8e7f-4afa-a77f-49dadd51cb52/EnergyEfficiency2022.pdf>. Дата звернення 17.09.2024.
2. Global Warming of 1.5 °C. SPECIAL REPORT. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.ipcc.ch/sr15/>. Дата звернення 17.09.2024.
3. Nora Spronde et al., «Urban climate and heat stress: how likely is the implementation of adaptation measures in mid-latitude cities? The case of façade greening analyzed with Bayesian networks,» *One Ecosystem*, 2016. <https://doi.org/10.3897/oneeco.1.e9280>.
4. Alberto Speroni et al., «Experimental Assessment of the Reflection of Solar Radiation from Façades of Tall Buildings to the Pedestrian Level,» *Sustainability*, 14(10), 5781; 2022. <https://doi.org/10.3390/su14105781>.
5. Бойко Т. О., Дементьева О. І., Котовська Ю. С. Оцінювання біолого-екологічних властивостей деревних ліан в умовах міста Херсон. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2019, т. 29, № 5. С. 31–35.

Ісичко Костянтин Олександрович — студент групи МЕко 2023-1, Навчально-науковий інститут будівництва та цивільної інженерії, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Харків, e-mail: kostiantynisychko@kname.edu.ua

Коваленко Юрій Леонідович — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри інженерної екології міст, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Харків, e-mail: Yurii.Kovalenko@kname.edu.ua

Isychko Kostiantyn O. – student of group MEco 2023-1, Educational and Research Institute of Civil Engineering, O.M. Beketov Kharkiv National University of Urban Economy, Kharkiv, e-mail: kostiantynisychko@kname.edu.ua

Kovalenko Yurii L. – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Urban Ecology O.M. Beketov Kharkiv National University of Urban Economy, Kharkiv., e-mail: Yurii.Kovalenko@kname.edu.ua

USE OF SOLID MINING WASTE TO IMPROVE SOIL QUALITY

Donetsk National Technical University

Abstract

The article discusses the possibility of using burnt-out mine rock, as components of nutrient additives to degraded soils, to increase the structural properties of clay and silty soils, as well as improving their water penetration and ability to accumulate moisture. The results obtained are new, since no previous research has been conducted on the use of burnt-out dump mass from coal mining enterprises as a soil former and fertilizer component.

Keywords: waste rock dumps, burnt-out rock, mining waste, sorbed and meniscal water

One of the most important environmental issues in the mining industry is the problem of managing solid waste from the mining industry. According to statistical data, before the start of the full-scale Russian-Ukrainian war, there was a tendency in Ukraine to increase the volumes of solid waste generated at mining industry enterprises. Thus, while in 2015 257.8 million tons of wastes were generated, then in 2020 this figure increased by 1.52 times and amounted to 391.1 million tons [1]. Over the last almost 1.5 years, the volume of solid waste generated has probably decreased due to a reduction in the number of coal-mining enterprises operating in the Donetsk and Luhansk regions.

The low level of utilization and recycling of waste rock (up to 25-30% of the created parameter) [2] results in its significant accumulation on the daylight surface in the form of waste rock dumps. Over the past 50 years, over 25 billion tons of mining waste have been accumulated in the coal-mining regions of Ukraine, occupying thousands of hectares of fertile land [3].

The negative environmental, economic and social impacts of mining industry waste indicate that the industry needs to rethink waste management methods and implement new solutions. One effective option in this direction is to reduce mining waste through the implementation of the advanced coal mining technologies and the use of more powerful equipment, as well as maximizing the use of waste rocks already accumulated in waste rock dumps as raw material for other branches of industry and agriculture.

Thus, reducing the technogenic burden of waste rock dumps on the environment by increasing the level of utilization of solid coal-mining waste is an urgent scientific and technical task.

The presence of a complex of mineral components in solid mining waste, as well as the transformation of burnt-out rock into a poorly soluble state similar to ceramics, opens up the possibility of using this material in agriculture. There is a well-known practice of using solid waste from crushed stone production as a fertilizer for growing energy crops. It has been proven that the addition of crushed stone increases the yield of agricultural crops due to more intensive development of the root system as a result of a change in the structure of peat soil [4].

At present, the soils of Ukraine can be characterized as intensively losing crop yield [5]. Due to the destructured upper layer, their ability to retain and accumulate moisture is reduced, resulting in the suppression of the development of plant root systems. In addition, the structural texture of soils is dominated by clay and silty components, which in turn also worsens the conditions for the full supply of plants with all the elements and minerals necessary for nutrition. Therefore, the possibility of increasing the structural properties of clay and silty soils, as well as improving their water penetration and ability to accumulate moisture is of interest.

An assessment of the ability of solid mine waste to influence the filtration and retention of sorbed capillary water is important for the possibility of using burnt-out rock to improve the moisture saturation parameters of degraded loamy soils.

The structural texture of most soils of Donbas and other regions of Ukraine is currently dominated by clay and silty components. Such soils are characterized by increased density and viscosity, as a result of which water does not pass through well and plants do not receive the amount of moisture necessary for nutrition. When dry, such soils become covered with a dense crust, preventing the flow of moisture, air and light to the plant root system. After the crust dries, wide fractures form in it, which, on the contrary, contribute to the

removal of moisture from the lower layers of the soil.

Visual observations make it possible to specify the mechanisms of water saturation of different types of soil. So, as for loams, when first watered, water quickly penetrates into folds, fractures, and macropores, moistening a rather significant surface space. The wetted organic component particles of the soil medium begin to absorb water by their mass, increasing significantly in volume. With a sufficient amount of moisture, aggregation of particles is observed to form a hydrogel. A layer of fairly stable medium unsuitable for water filtration is formed. Water reaches the lower soil layers in a mode close to diffuse, and the velocity of such water front movement is orders of magnitude less than during filtration.

Sandy soils with limited organic constituents are not prone to significant water absorption by their mass, that is, water penetrates to the surface, but there is almost no increase in the volume of wetted particles. The particle surface is wetted with so-called film sorbed water, the capillaries and micropores are also gradually filled with meniscal water. The movement of water in depth occurs through macropores and cavities. Between parts of sandy soil, gravitational water moves in a filtration mode.

Laboratory experiments have confirmed a several-fold increase in water penetration when adding fine-grained material less than 5 mm in size to loam. Changing the soil structure by adding granular media can increase water penetration and prevent the surface crust formation [6].

To ensure the highest water penetration parameters, it is advisable to add at least 50% of solid mining waste. In terms of the availability of such a resource in Donbas, there are no restrictions, but in terms of logistics, as well as financial and labor costs, there is a problem.

We have conducted preliminary research on the possibility of using burnt-out dump mass as a fertilizer additive. Solid mine waste in itself is not a nutrient medium. Therefore, it was used to prepare a three-component nutrient mixture consisting of 25% burnt-out mine rock, 25% river silt and 50% degraded loamy chernozem treated with California red worms, on which tomato seeds were later planted. In the course of conducting laboratory research, it has been revealed that the highest germination rate – 100% – was in samples grown on a substrate with the addition of burnt-out mine rock. While the germination percentage of samples grown on the other two substrates (1 – reference, degraded loamy chernozem; 2 – a mixture of reference chernozem and treated with earthworms, in a proportion of 50 to 50%) was only 40% [7]. This makes it possible to confirm the hypothesis of the possibility of using burnt-out mine rock not only to improve moisture capacity, but as components of nutrient additives to degraded soils [8]. The results obtained are new, since no previous research has been conducted on the use of burnt-out dump mass from coal mining enterprises as a soil former and fertilizer component.

The widespread use of solid mining waste in agriculture requires research not only into changes in the water-permeable properties of soils when adding burnt-out rock to them, but also other agrochemical properties. Therefore, in the future, it is necessary to assess the minimum amounts of rock addition to specific types of agricultural land and ways of doing so. The issue of safe stripping of dumps and cost-effective obtaining of the necessary fractions of burnt-out rock also remains relevant.

REFERENCES

1. Statystychnyy shchorichnyk 2021. (2022). Kyiv, Ukraine: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy, 455 s.
2. Petlovanyi, M.V., & Medianyuk, V.Y. (2018). Assessment of coal mine waste dumps development priority. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, (4), 28-35. <https://doi.org/10.29202/nvngu/2018-4/3>
3. Zubov, A., Zubov, A., & Zubova, L. (2023). Ecological hazard, typology, morphometry and quantity of waste dumps of coal mines in Ukraine. *Ecological Questions*, 34(4), 1-19. <https://doi.org/10.12775/EQ.2023.042>
4. Bondarenko, A., Tverda, O., Repin, M., Tkachuk, K., Kofanov, O., & Kofanova, O. (2021). The use of waste from the production of gravel as fertilizer for cultivation of technical energy crops. *Technology Audit and Production Reserves*, 3(1(59)), 56-58. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2021.235198>
5. Hunko, L., & Berezhna, K. (2021). Problems regarding treatment of disturbed land in Ukraine. *Land Management, Cadastre and Land Monitoring*, (2), 1-14. <https://doi.org/10.31548/zemleustriy2021.02.06>

6. Kostenko, V., Bohomaz, O., Hlushko, I., Liashok, N., & Kostenko, T. (2023). Use of solid mining waste to improve water retention capacity of loamy soils. *Mining of Mineral Deposits*, 17(4), 29-34. <https://doi.org/10.33271/mining17.04.029>
7. Kostenko, V., Bohomaz, O., & Hlushko, I. (2022). Poperedni doslidzhennia mozhlyvosti vykorystannia tverdykh shakhtnykh vidkhodiv v yakosti dobryv. *Naukovyi Visnyk DonNTU*, 1(8)-2(9), 56-62. [https://doi.org/10.31474/2415-7902-2022-1\(8\)-2\(9\)-56-62](https://doi.org/10.31474/2415-7902-2022-1(8)-2(9)-56-62)
8. Kostenko, V.K., Liashok, Ya.O., Hlushko, I.O., Bohomaz, O.P., Zavialova, O.L., Kohtieva, O.P., & Kartavtseva, O.D. (2022). *Sposib vyrobnytstva orhano-mineralnoho dobryva*. Patent #151740, Ukraina.

Olha Bohomaz — Ph. D., associate professor of the Department of Environmental Protection, Donetsk National Technical University, Lutsk, e-mail: olha.bohomaz@donntu.edu.ua

Kostenko Viktor — Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Environmental Protection, Donetsk National Technical University, Lutsk, e-mail: vk.kostenko@gmail.com

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЖИВЛЕННЯМ БУДИНКУ З ІНТЕГРАЦІЄЮ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПАНЕЛЕЙ

Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова;

Анотація

Запропоновано систему управління потребою у електричній енергії будинку з встановленими фотоелектричними панелями, електричними акумуляторами та приєднанням до електричної мережі на базі плати мікроконтролера Arduino, що дозволило встановити оптимальний режим споживання електроенергії в періоди обмеженого постачання сонячної енергії.

Ключові слова: фотоелектричні панелі, система управління живленням, Arduino, розумний будинок.

Abstract

A home energy management system was proposed to optimise the electrical energy distribution in the house with installed photovoltaic panels, electric batteries and connection to the electrical network. A system based on the Arduino microcontroller board was proposed, what made it possible to establish the optimal mode of electricity consumption during periods of limited solar energy supply.

Keywords: photovoltaic panels, power management system, Arduino, smart home.

Вступ

В даний час попит на енергію швидко зростає. Це призводить до додаткових проблем з розподілом електроенергії. Щоб уникнути подібних проблем, була запроваджена система управління електроенергією будинку. Ця система визначає, коли енергія витрачається марно в будинках, і пропонує її використання найкращим чином. В інтеграції з фотоелектричними панелями, система розглядає як виробництво енергії, її збереження, так і використання, а також забезпечує двосторонній зв'язок між розподільним центром і споживачем. Метою роботи є розроблення алгоритму прогнозування потреби електроенергії у часі, і запровадження адекватної стратегії енергоспоживання для мешканців будинку.

Результати дослідження

Застосування системи управління електроенергією будинку дозволяє систематично підвищувати ефективність виробництва та споживання енергії домогосподарством шляхом стратегічного планування побутових приладів [1]. Крім того, це покращує загальні умови будинку для генерування та використання енергії, забезпечуючи енергію, вироблену розподіленими енергетичними ресурсами, для зберігання та керування за допомогою систем накопичення енергії від акумуляторних батарей [2].

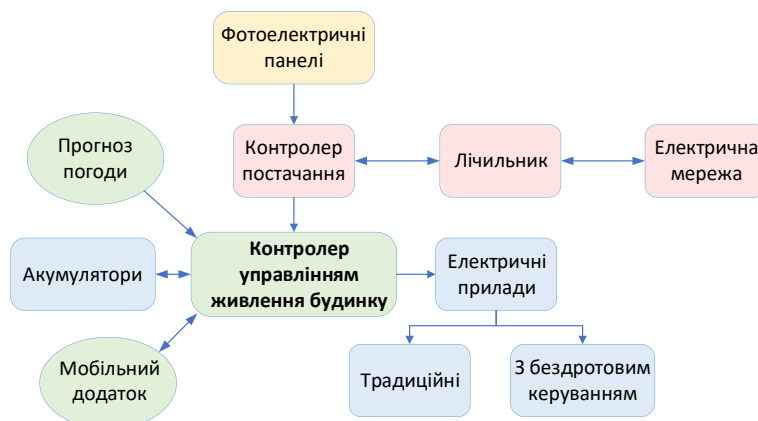


Рис. 1. Система управління потребою у електричній енергії будинку

Запропонована система дозволяє оптимізувати електропостачання шляхом взаємодії з комунальними службами та побутовою технікою, моніторингу записів про споживання енергії та отримання даних (про встановлені тарифи) для мінімізації споживання електроенергії шляхом визначення часу використання побутової техніки. Основні складові розробленої системи представлені на рис. 1.

Основна мета оптимального споживання електроенергії полягає в тому, щоб дозволити споживачеві задовольнити потреби, дозволяючи вибирати набір приладів для некритичних навантажень, помірно критичних навантажень і критичних навантажень, і таким чином вирішувати задачі перепланування навантажень. Для реалізації системи були прийняті наступні положення:

(1) Профіль навантаження прогнозується на добу наперед, на основі даних про окремі прилади з інтервалом в 1 годину прогнозується споживання на наступні 24 години (з 6 ранку до 6 ранку) з використанням алгоритму прогнозування навантаження, при цьому споживач отримує попереднє сповіщення, що надає гнучкості системі для точного налаштування розкладу протягом дня;

(2) Прилади споживають однакову кількість електроенергії без будь-яких змін протягом певного інтервалу часу;

(3) Увімкнення або вимкнення пристроїв виконується лише на початку кожного інтервалу прогнозування (розглядаються проміжки в одну годину);

(4) Дані про сонячну генерацію прогнозуються на основі прогнозу погоди на добу наперед і дані передаються в центральний блок на наступні 24 години (з 6 ранку до 6 ранку).

Запропонована система зосереджена на розумному перерозподілі навантажень з метою ефективного використання сонячної енергії, коли це доступно, а також шляхом мотивації споживачів переносити навантаження на непікові години, коли ціна мережі загалом низька. Алгоритм, який використовується, базується на дереві рішень, де фокусується на мінімізації загальної ціни за день.

Висновки

Запропонована концепція виступає як важливий аспект для розширення можливостей споживача та в той же час для стабілізації електромережі, коли локальні генеруючі установки, такі як сонячні фотоелектричні панелі, дозволяють зменшити залежність від звичайної електроенергії з мережі. В роботі запропонована системи управління електроенергією будинку, щоб допомогти споживачам у таких ситуаціях. Споживач має змогу класифікувати свої навантаження і, таким чином, стає активним у контролі за використанням навантажень локально або віддалено. Перепланування навантажень було зроблено таким чином, щоб максимізувати споживання доступної сонячної енергії, а також зменшити витрати споживача. Налаштування апаратного забезпечення для запропонованої системи можливе за допомогою мікроконтролера на платі Arduino, як пристрою керування навантаженням із підтримкою Wi-Fi для встановлення двостороннього каналу зв'язку між споживачем та центральним блоком системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Beaudin M., Zareipour H. Home Energy Management Systems: A Review of Modelling and Complexity. In: Energy Solutions to Combat Global Warming, 2017 (33), pp. 753-793. doi: 10.1007/978-3-319-26950-4_35.

2. Balakrishnan R., Geetha V. Review on home energy management system. Materials Today: Proceedings 47 (2021) 144–150. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.04.029>

Городов Микита Сергійович — студент групи М Сінж 23-1, навчально-науковий інститут енергетичної, інформаційної та транспортної інфраструктури, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, Харків, e-mail: mykyta.gorodov@kname.edu.ua

Науковий керівник: **Арсеньєва Ольга Петрівна** — д-р техн. наук, професор, професор кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, Харків.

Gorodov Mikita S. — Educational and Scientific Institute of Energy, Information and Transport Infrastructure, O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Kharkiv, email: mykyta.gorodov@kname.edu.ua

Supervisor: **Arsenyeva Olga P.** — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of Department of Automated Computer-Integrated Technologies, O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Kharkiv

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ОПАЛЕННЯМ БУДИНКУ НА ОСНОВІ РОЗУМНОГО ТЕРМОСТАТУ

¹ Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова;

Анотація

Запропоновано автоматизовану систему розумних термостатів для підтримки комфортної температури у приміщенні в зимовий період з застосуванням трубчастих електронагрівачів для радіаторів опалення, які дозволяють в залежності від зовнішньої температури та температури теплоносія в радіаторах, підключених до систем центрального опалення, використовувати електроенергію для нагрівання теплоносія, і керувати температурою в приміщенні дистанційно.

Ключові слова: розумні термостати, опалення, електронагрівачі, розумний будинок.

Abstract

An automated system of smart thermostats is proposed to maintain a comfortable temperature in the room in the winter period with the use of tubular electric heaters for heating radiators, which allow, depending on the external temperature and the temperature of the heat carrier in radiators connected to central heating systems, to use electricity to heat the heat carrier, and to control the temperature indoors remotely.

Keywords: smart thermostats, residential heating, electric heaters, smart house.

Вступ

В даний час заощадження енергії та декарбонізація є головними пріоритетами суспільства, де комунальну енергетика та опалення приміщень відіграють значну роль. Розумні термостати належать до категорії систем управління енергією та контролю у ширшій групі технологій, які називаються технологіями розумного дому, які включають датчики та прилади, які визначають присутність і фактори навколишнього середовища; інтерфейси і керовані прилади об'єднані в мережу, щоб забезпечити автоматизацію та дистанційне керування домашнім середовищем [1]. Перевагами застосування розумних термостатів є вдосконалене управління енергією, покращена безпека та комфортний мікроклімат у приміщенні. На відміну від базових інтерфейсів увімкнення/вимкнення або програмованих термостатів, розумні термостати забезпечують більшу деталізацію керування для користувачів завдяки високій деталізації планування у додатках, можливості зміни параметрів роботи, адаптації до присутності мешканців за допомогою датчиків наповненості [2]. Окрім безпосереднього керування користувачем, інтелектуальні термостати також можуть включати алгоритми навчання для прогнозування необхідної температури з метою оптимізації використання теплової енергії без участі користувачів у програмуванні.

Результати дослідження

В даній роботі було модернізовано існуючу систему опалення в житловій квартири багатоповерхового будинку шляхом встановлення трубчастих електронагрівачів (ТЕН радіаторний) для підігріву теплоносія центрального опалення в радіаторах. Для управління нагрівом було встановлено датчики вологості і температури у приміщенні та на лінії подачі теплоносія центрального опалення, регулювання ТЕНів задається шляхом зміни живлення від електричної мережі з можливістю застосування альтернативних джерел енергії. Схема роботи автоматизованої системи опалення представлена на Рис. 1. У роботі використовуються методи оцінки температури в будівлі та ефективності системи опалення, які поєднують дані часових рядів про температуру, відносну вологість і віконний отвір з даними теплового комфорту та контролю опалення. Інтерфейс розумної системи було реалізовано через телеграм бот, який управляє ТЕНом. За допомогою чат боту, надсилаючи йому команди, користувачі можуть встановлювати бажану температуру опалення в будинку. Бот може підтримувати розклад опалення, дозволяючи користувачам налаштувати час і

температуру в залежності від розкладу дня або призначення приміщень. Користувачі можуть запитувати статус ТЕН і температуру в будинку через чат-бот, щоб забезпечити контроль та зручність. Від нього можна отримувати сповіщення, наприклад, про зміни температури або статусу ТЕН. Чат-бот може бути інтегрований з іншими смарт-системами в будинку, такими як система автоматизації освітлення або система безпеки, для створення повноцінної системи смарт-будинку.



Рис. 1. Схема роботи автоматизованої системи опалення будинку з застосуванням ТЕНів

Запропонований пристрій ефективно підтримує оптимальну температуру в приміщенні, не пересушує повітря, запобігає утворенню шкідливого пліснявого грибка і підтримує задану температуру в приміщенні.

Висновки

Застосування розумних технологій для підтримки комфортної температури у будинку дозволяє суттєво скоротити споживання викопаних джерел палива. Запропонована автоматизована система підтримки комфортної температури в опалювальний сезон дозволяє використовувати електричну енергію для догріву теплоносія в системах центрального опалення. Створена розумна система на основі телеграм боту дозволяє дистанційно керувати роботою встановлених ТЕНів, зменшити залежність від централізованих систем та рекомендувати встановлення температурних режимів на основі даних попереднього використання в залежності від зовнішньої температури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Gupta R, Gregg M. Building performance evaluation of low-energy dwellings with and without smart thermostats. *Building Services Engineering Research and Technology*. 2022;43(3):297-318. doi:10.1177/014362442211077344

2. Stopps H and Touchie MF. Residential smart thermostat use: An exploration of thermostat programming, environmental attitudes, and the influence of smart controls on energy savings. *Energy Buildings* 2021; 238: 110834. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.110834>

Перегудов Павло Олександрович — студент групи М Сінж 23-1, навчально-науковий інститут енергетичної, інформаційної та транспортної інфраструктури, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, Харків, e-mail: mykyta.gorodov@kname.edu.ua

Науковий керівник: **Арсеньєва Ольга Петрівна** — д-р техн. наук, професор, професор кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, Харків.

Peregudov Pavlo O. — Educational and Scientific Institute of Energy, Information and Transport Infrastructure, O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Kharkiv, email: mykyta.gorodov@kname.edu.ua

Supervisor: **Arsenyeva Olga P.** — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of Department of Automated Computer-Integrated Technologies, O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Kharkiv

Моніторинг постмайнінгових техногенних утворень на предмет наявності червонокнижних рослин

¹Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Анотація

Відходами вугільної промисловості є відвали, які займають велику частину родючого ґрунту, тим самим змінюючи ландшафт. Ці території є постмайнінговими проектами, які актуальні у нас час. Обстеження відвалу призвело до того, що є частини які не заростають зовсім тому що фітотоксичні, інші частини в яких пройшли певні біологічні процеси поступово почали заростати, і там були знайдені червонокнижні рослини, одна з таких це ковила пірчаста. Яка за своїми еколого біологічними особливостями зайняла певну нішу, та вперше цей вид було виявлено на шахтному відвалі.

Ключові слова: шахтні відвали, фіторе mediaція, рекультивация, абіотичні особливості, адаптація рослин, формування нових екосистем, відновлення рослинного покриву.

Abstract

Waste from the coal industry is waste, which occupies a large part of the fertile soil, thereby changing the landscape. These territories are post-mining projects that are relevant in our time. Inspection of the dump led to the fact that there are parts that do not overgrow at all because they are phytotoxic, other parts that have undergone certain biological processes gradually began to overgrow, and red book plants were found there, one of which is feathery hemlock. Which, due to its ecological and biological features, has occupied a certain niche, and for the first time this species was discovered on a mine dump.

Keywords: mine dumps, phytoremediation, reclamation, abiotic features, adaptation of plants, formation of new ecosystems, restoration of vegetation cover.

Закриття шахт та перехід на більш сучасні методи отримання енергетики. З розвитком технологій та змінами поглядів на буденні речі, настає момент модернізації отримання енергії. Одним з застарілих методів у світі є добування вугілля. Вугільна промисловість застосовується на території України ще прибуток, але і робочі місця. Незважаючи, на нехтування правилами безпеки, правами робітників, підприємства отримували фінансові прибутки. Натомість з цим всім дані «організації» вносили свої корективи до ландшафтних особливостей території якій займалися.

Вугільна специфіка впливає на створення нових антропогенних об'єктів відвалів або териконів (залежить від методу вивезення «відпрацьованого» матеріалу). Саме це є одним з видимих впливів людської діяльності на біоту. Відвали займають досить велику територію функціонуючих земель, території під який ретельно підготовлюють[1]. Інертні гірські породи, саме такий склад мають шахтні відпрацювання, за своєю структурою ці породи не мають поживних компонентів, які є необхідні для розвитку рослин. Кислотність порід та токсичних елементів(важкі метали, сірка, радіоактивні речовини) є несумісні для зростання на них більшості автотрофних організмів. Перешкодою для проростання насіння є щільність відваленої породи, та механічні пошкодження. Як наслідок деградація, або зникнення біорізноманіття на цій території. Рекультивация таких антропогенних об'єктів ускладнюється, через хімічний склад порід, вітрову та водну ерозію на відкриту поверхню відвалу, та горіння[2,5,8,9].

Для розглядання проблематики було взято дослідження промислового майданчика шахти ім. М.І. Сташкова ВСП «Шахтоуправління Дніпровське», де добувалося кам'яне вугілля. На цей момент видобуток на цій ділянці припинено. Обсяг дослідженої території становив 86.6 га. Промайданчик було поділено на 4 частини – плато, тераса, схил, підшва(рис.1). Дослідження виявило 22 види рідкісних рослин, 6 видів безхребетних та 22 види птахів, загальна кількість представників флори та

фауни становила 49 об'єктів. До переліку червонокнижних рослин виявлених на території шахти ім.М.І.Сташкова входить ковила пірчаста *Stipa pennata* L. Яка занесена до Червоної книги України як вразливий вид [2,3,10].



Рис.1 Відвал шахти ім.М.І.Сташкова [10]

Під впливом запуску біологічних процесів, а саме розкладання та гниль на відвалі, викликає виділення тепла, що за собою тягне самозапилення. Після згорання або тління залишків вугілля та порід утворюється зола, яка за своїм хімічним складом може містити мінеральні речовини до яких входять фосфор та калій, які за своїми властивостями є необхідними для росту та розвитку рослин. Фізичний стан золи має пористу структуру, що полегшує проникненню коренів рослин, пориста структура забезпечує достатню вентиляцію для кореневої системи[6,9]. Специфічні умови відвалу зменшують конкуренцію між видами рослин, тому проростаючи на териконі більшість стають першопоселенцями, і під час та після закінчення життєвого циклу створюють покращені умови для зростання новим рослинам. Цей процес веде до створення сукцесій.

Stipa pennata L.– відома як ковила пірчаста, або як називають у народі «трава вдів»(рис.2). Рослина має абіотичну характеристику, яка у свою чергу підходить до умов зростання які має відвал. Це посухостійка трав'яниста рослина, входить до родини злакових (Poaceae). Зростає на сухому, кам'янистому ґрунті. Ковила пірчаста належить до гемікриптофітів та мезотрофів. Мезокрептофітні властивості надають можливість зростати без вологи, вугільні відвали мають підвищену дренажність ґрунту, що дозволяє рослинам зберігати необхідну кількість вологи та запобігає застою води. Розташування вугільних відвалів на відкритій місцевості збільшують кількість поглинальної сонячної енергії, ковила пірчаста рослина мегатерм, тому висока температура не стане лімітуючим фактором. Мочкувата коренева система ковили надає перевагу для росту, бо її коренева система пристосована для зростання на ґрунті з кам'янистими частинками. Коренева система запобігає зменшенню руйнуванню ґрунту під впливом природних факторів, також гарантує структурну стабілізацію. Завдяки своїм абіотичним властивостям вона може рости на постмайнінгових територіях без додаткового втручання, також вона не потребує значних ресурсів для підтримки виживання, що в свою чергу робить її універсальною та знижує витрати на рекультиваційні проекти[4,5,6].



Рис.2 Ковила пірчаста на відвалі, частина плато

Ідея постмайнінгу полягає у відновленні та рекультивації територій після гірничої діяльності. Також щоб мінімізувати витрати та час на роботу на цій території. Рослини є чудовим «ресурсним компонентом» який можна використати у плані по «відродженню» відвалу.

На шахтних відвалах є конкуренція, попри важкі умови для зростання. Рослини схожі за абіотичними факторами вимушені конкурувати за місце для існування, це види які пристосовані до зростання у стресових умовах, що включає мінімальну кількість поживних речовин, низьку вологість, та забруднення. Така конкуренція може обмежити ковилі доступ до таких ресурсів, як простір, вода і поживні речовини, що може вплинути на її ріст, розвиток і конкурентоспроможність[7]. Властивості геліофіта роблять даний вид стійким до високих температур, та зменшує вірогідність загинути від тривалої засухи. Запилення відбувається за допомогою вітрів, роблячи її незалежною від запилювачів, надаючи перерва перед рослинами ентомофільними. Насіння ковили пірчастої розповсюджується за допомогою вітру, що дозволить насінням потрапити на віддалені території, та з часом почати новий життєвий цикл[6].

Стійкість та можливість на функціонування також вносять мікроорганізми. Вугільні відвали бідні на поживні речовини, тому такий симбіоз буде допомагати рослинам вижити в несприятливих умовах. Трансформація та асиміляція атмосферного азоту на форми, які підходять рослинам (амоній та нітрати) забезпечують кореневі бактерії. Також є види які поліпшують ріст ковили або можуть захищати від патогенних мікроорганізмів. Мікоризні гриби забезпечують збільшення поглинаючої вологи та поживних речовин.

Відновлення рослинного покриву надає можливість відновити земельні ділянки які постраждали у наслідок гірничої промисловості. Ковила пірчаста має очищуючі властивості, що є важливим аспектом у постмайнінгових проєктах. Невибагливість у зростанні та легкість запилення та розмноження надає можливість швидкого розмноження, без додаткового втручання. Ковила пірчаста за вигідних умов стає домінантним видом.

Даний відвал оточений сільськогосподарськими територіями, але також неподалік розташований заказник державного значення «Мар'їн гай» площа якого становить 2803 га, чим і зумовлена велика різноманітність і цінність флори фітотоксичного шахтного відвалу. У свою чергу це сприяє поширенню плодів, насіння за допомогою механічного впливу. Від промислового майданчика знаходиться на відстані 2,3 км, та охоплює долинно-терасні ландшафти Присамар'я (це середня течія р.Самара), що включає в себе заплавні діброви, лимани, солонцюваті луки, соснові насадження на пісках і піщані степи, а також невеликі озера. Ландшафтний заказник «Петропавлівські лимани» розташований у радіусі 13 км (площа 4193 га) та східна частина об'єкта Смарагдової мережі «Самарський ліс». [3].

Ковила пірчаста занесена до Червоної книги України та має вразливий природоохоронний статус. Охороняються у відділеннях Українського степового ПЗ (Михайлівська цілина та Крейдова флора), НПП "Святі Гори", НПП "Подільські Товтри", ботанічних заказниках загальнодержавного значення "Павлівський" (Одеська обл.), "Вишнева Гора" (Рівненська обл.), "Обіжєвський" (Тернопільська обл.), "Крейдяні відслонення", "Балка березова" (Луганська обл.), ландшафтних заказниках загальнодержавного значення "Сокіл", "Івахновецький" (Хмельницька обл.), "Комарівщина" (Дніпропетровська обл.).

Вугільні відвали Західного Донбасу є проблемою не тільки місцевого рівня, але і державного. Програма по «відновленню» зайнятих територій займає не тільки багато часу, але і потребує фінансування. Фіторе mediaція дозволить обійти стандартні розуміння рекультивації відвалів. Дана екологічна інженерія зосереджена на використанні рослин які здатні розкладати або накопичувати у своїх тканинах важкі метали, нафтопродукти тощо, що сприяє відновленню створених нових екосистем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.Бакка М.Т., Гуменик І.Л., Редчиць В.С. Екологія гірничого виробництва:Навчальний посібник. – Житомир: ЖДТУ, 2004. – 307 с.

2.Масюк О. М., Новицький Р. О., Листопадський М. А., Махіна В. О. Техногенні ландшафтні утворення на породних відвалах шахта як рефугіуми для раритетних вид рослин і тварин . Український журнал природних наук 2023, № 4, С. 160-176

3.Masiuk, O. M., Novitskyi, R. O., Ganzha, D. S., Listopadskyi, M. A., Makhina, V. O. (2021). Findings of rare plants and animals in the eastern part of the Emerald Network object "Samarskyi Lis – UA0000212". *Agrology*, 4(1), 47-53.

4. Масюк А. Н. Особливості формування кореневої системи робінії лжеакації у різних лісорослинних умовах, створених на рекультивованих землях - Грунтознавство, 2009, 10, № 1-2, С. 65-70

5. Масюк А. Н. Влияние мощности отсыпки рекультивированного эдафотопы на структуру и продуктивность древостоя облепихи крушиновидной в условиях степи Украины // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель. 2007 – С. 464-477

6. Біотопи степової зони України / за ред. акад. НАН України Я.П. Дідуха. – Київ – Чернівці : ДрукАРТ, 2020. – 392 с.

7. Моніторинг стану рослинного покриву техногенних земель: популяційний та морфологічний аспекти / І. В. Агурова, С. І. Прохорова // Чорноморський ботанічний журнал. - 2014. - Т. 10, №. 2. - С. 249-262.

8. Масюк А.Н. Особенности диагностики почвообразования на рекультивированных землях / А.Н. Масюк // Тезисы докл. III делегат. съезда почвоведов и агрохимиков Украинской ССР 11 – 14 сентября 1990 года. Почвоведение. – Х.: УкрНИИ почвоведения и агрохимии, 1990. – С. 109 – 111.

9. Масюк А. Н. Анализ первичной продуктивности насаждений робинии лжеакации на рекультивированных землях степного Приднепровья. // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. Випуск 14, т.2., № 3, Вид-во Дніпропетр. ун-ту. Д. 2006. – С. 118-125.

10. Масюк О. М., Новіцький Р. О., Листопадський М. А., Махіна В. О. Техногенні ландшафтні утворення на породних відвалах шахт як рефугіуми для раритетних видів рослин і тварин // Український журнал природничих наук. – 2023. – С. 160–176.

Олександра Русланівна Волощук – студент групи БЕ-22-1, факультет біолого-екологічний, Дніпровський національний університет ім. Олесь Гончара, Дніпро, e-mail: ismartsdn4326@gmail.com

Науковий керівник: **Олександр Миколайович Масюк** – к.б.н доц. кафедри геоботаніки, ґрунтознавства та екології, Дніпровський національний університет ім. Олесь Гончара, м. Дніпро

Voloshchuk Oleksandra R.- student of the BE-22-1 group, faculty of biology and ecology, Oles Honchar Dnipro National University , Dnipro, e-mail: ismartsdn4326@gmail.com

Scientific supervisor: Masyuk Oleksandr M. - PhD, Ass. Prof, departments of geobotany, soil science and ecology, Oles Honchar Dnipro National University , Dnipro

V. G. Kravets

Plasmo-catalysis generation of green hydrogen for zero decarbonisation

Department of Physics and Astronomy, the University of Manchester, Manchester, M13 9PL, UK

Abstract

Here we engineered photoactive plasmonic nanostructures with enhanced photocatalytic performance using non-noble metallic MgB_2 high-temperature superconductor which represents a new family of photocatalysts. This covalent binary metal with layered graphite-like structure could effectively absorb visible and infrared light by excitation of multi-wavelengths surface plasmon resonances. We show that a MgB_2 plasmonic metal-based photocatalyst exhibit fundamentally different behaviour compared to that of a semiconductor photocatalyst and provides several advantages in photovoltaics applications. Excitation of localised surface plasmon resonances in MgB_2 nanostructures allows one to overcome the limiting factors of photocatalytic efficiency observed in semiconductors with a wide energy bandgap due to the usage of a broader spectrum range of solar radiation for water splitting catalytic reactions conditioned by enhanced local electromagnetic fields of localised plasmons. Excitation of localised surface plasmon resonances induced by absorption of light in MgB_2 nanosheets could help to achieve near full-solar spectrum harvesting in this photocatalytic system. We demonstrate a conversion efficiency of $\sim 5\%$ at bias voltage of $V_{bias} = 0.3$ V for magnesium diboride working as a catalyst for the case of plasmon-photoinduced seawater splitting. Our work could result in inexpensive and stable photocatalysts that can be produced in large quantities using a mechanical rolling mill procedure.

Keywords: seawater splitting, plasmonic photocatalyst, plasmon resonances, green hydrogen, magnesium diboride.

Decarbonising the planet is one of the goals that countries around the world have set for 2050. To achieve this, decarbonising the production of an element like hydrogen, giving rise to green hydrogen, is one of the keys as this is currently responsible for more than 2 % of total global CO_2 emissions. Producing 'green' hydrogen through water electrolysis powered by renewable energy is a simple, proven technology that, most importantly, produces no carbon dioxide or other greenhouse gas emissions. Moreover, now, the attraction of the hydrogen economy is as a tool for fighting climate change, by replacing fossil fuels in some of the hardest parts of our economy to decarbonize.

The cleanest way to produce hydrogen is by using sunlight to directly split water into hydrogen and oxygen, namely photocatalytic water splitting is the most promising. Sunlight is a clean and inexhaustible energy gift from nature. The solar radiation reaching the Earth's surface comprises nearly 100,000 TW power, which is much more than that of the current global power consumption (~ 16.3 TW)[1,2]. Practically, the harvesting of solar energy takes place from only a 0.07% Earth's land surface area of the total amount solar. It was theoretically predicted that converting such amount solar energy into usable form of energy (hydrogen and electricity) with 10% efficiency could cater the global energy demand[3,4]. Unfortunately, currently the energy conversion efficiency of photocatalytic water splitting is still too low for large-scale applications (the H_2 -production activities do not achieve a solar-to-hydrogen (STH) efficiency of over 10%) and a widespread usage of hydrogen as green energy. The present situation in green H_2 -production demands further developments in nanomaterial engineering to potentially solve the problems of low photoanode effectivity[5]. Plasmonic photocatalysts show a great promise due to their high solar energy utilization efficiency [5-7]. There are several reasons why metallic catalysts with plasmonic response could be best suited for direct water splitting by sunlight. In contrast to semiconductors, which generally exhibit poor chemical and catalytic activity due to the lack of the electron density at the Fermi level, plasmonic NPs possess significant electron

density at the Fermi level, and strongly absorb ultraviolet (UV), visible (VIS) and near-infrared (near-IR) light.¹⁸ The amount of light absorbed by a plasmonic material (the molar extinction coefficient of metal NPs) is in the range of 10^8 – 10^{10} M⁻¹ cm⁻¹, which is approximately 10^4 – 10^6 times higher than most of the light absorbing species known.[5] This essentially means that plasmonic nanostructures can generate large number of high-energy electron–hole (e^- - h^+) pairs upon irradiation with visible light ($\approx 10^{16}$ cm⁻²). Moreover, some plasmonic nanostructures can effectively utilise photons across the near-IR region wavelengths (750–2000nm) which concentrates the approximately 50% of the solar energy spectra.

Here we report the room temperature water and seawater splitting on magnesium diboride (it is possible to use other materials such as binary layered metals, for example TiB₂, AlB₂, NbB₂ and NbSe₂) nanostructures using visible and near-IR light. We show that inexpensive MgB₂ nanostructures provide efficient plasmonic water splitting and could be a viable alternative to noble metal nanoplasmonics. (It is worth noting that noble-like plasmonic metals, such as Cu, Ag, and Au typically exhibit low intrinsic activities with surface-adsorbed molecules due to their fully filled d bands.) An introduction of nanostructures based on non-noble metals with high intrinsic direct water splitting activities could present a promising strategy to harvest the solar energy efficiently. In MgB₂ nanostructures (unlike in Au, Ag based) the localised surface plasmon resonances (LSPRs) are strongly coupled with interband excitations due to a spectral overlap of these processes.

In our previous works we have shown that at the surface properties of MgB₂ nanostructures can be actively involve into the process of water splitting in photoelectrochemical cells (PECs) [5-7]. In this study, we demonstrate that interband damping of LSPRs is also an important channel for the formation of e^- – h^+ pairs. These e^- – h^+ pairs are separated over two bands (namely, between the π and σ bands) have a longer lifetime and are thereby expected to harvest sun energy more efficiently and contribute to the generation of H₂ together with direct electron injection mechanism of hot electrons generated via LSPRs. We also demonstrate that, in sharp contrast to semiconductor photocatalysts, photocatalytic efficiency on plasmonic-like MgB₂ nanostructures increases for seawater splitting. More importantly, we suggest and test a new method of fabrication of plasmonic nanostructures with large area on flexible substrates for seawater splitting using mechanical rolling mill procedure which open up avenues to implement design that enable much-improved effectivity and costless of hydrogen production. This method provides stable and dense packed nanostructures.

The usage of seawater for effective production of hydrogen is one of the most important results of our work. Indeed, water becomes crucial resource in the World. Due to population growth, the availability of fresh water as a feedstock becomes problematic. Hence, the usage of abundant seawater for industrial production of H₂ is beneficial as the oceans and seas represent 96.5% of the total water reserves of the Earth providing almost unlimited resources[8]. Nowadays, the best strategy to produce H₂ from seawater is to split it into hydrogen and oxygen using electricity that comes from renewable energy sources, such as photovoltaic cells. Our work allows direct conversion of sunlight into hydrogen using seawater splitting by MgB₂ nanostructures.

In a designed photoelectrochemical cell (PEC) water splitting occurs in next step: (i) Water reacts at the anode to form oxygen and positively charged hydrogen ions (protons). (ii) The electrons flow through an external circuit and the hydrogen ions selectively move across the PEC to the cathode, platinum electrode. (iii) At the cathode, hydrogen ions combine with electrons from the external circuit to form hydrogen gas. Anode Reaction: $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ Cathode Reaction: $4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2$.

The layered structure of metal diborides with their graphene-like boron sheets suggests the possibility of exfoliation into thin nanosheets down to a monolayer. The produced nanostructures have a distribution of lateral dimensions from tens of nanometers up to several micrometers (0.1-5 μm) and a distribution of thicknesses from as low as few up to tens of nanometers (1-30 nm), which were measured by high resolution optical and scanning electron microscopies (SEM), Fig. 1. The presence of LSPRs nature of fabricated MgB₂ nanostructures is confirmed by multiple colours in the optical image, Fig. 1. One can see that different areas of the sample changes colour from blue to red. In addition, one can see black spots corresponding to total light absorption. The multitude of colours can be explained by a variation of reflectivity characteristics due to excitation of multi-wavelengths LSPRs around the sharp edges of the nanosheets (Fig. 1).

We have tested the efficiency of a MgB₂ nanostructured photoanode in a two-electrode photo-electrochemical cell configuration with a Pt microwire serving as a cathode. The white light was provided by a solar simulator AM 1.5G (Newport) which has illumination intensity ~ 100 mW cm⁻². The current-voltage (IV) characteristics

were recorded using a digital sourcemeter (Keithley, Model 2400) with and without an external potential bias (V_{bias}) applied across the cell. The measurements were carried out in 1 M NaOH aqueous solution at pH ~13.6 and in 0.5 M LiOH and 0.5 M NaCl (pH ~7-8). In the presence of electrolytes, the photocurrents were significantly enhanced for all the investigated MgB₂-based photoanodes (Fig. 2) as compared to the values for the case of DI water. We found that our inexpensive MgB₂ nanostructures submerged into a 0.5M LiOH –DI water solution under a small bias (0.4 V) promote the strong enhancement of light-to-photocurrent conversion.

PEC performance was also measured in a 0.5M NaCl electrolyte emulating seawater under maximal applied V_{bias} =0.4 V. The difference between photocurrent in “on” and “off” state reached its highest value of ~1.2 mA. Observed fluctuations and a slight drop of the measured currents on longer timescales under illumination are mainly caused by the bubble formation on the surface of the MgB₂ photoanode (which generated O₂) and the Pt (which generated H₂). The bubbles can be seen by naked eyes in a dark room under solar illumination. Optical images taken during the formation and growth of bubbles on the water splitting photoanode and cathode were used for the measurement of the gas-evolving reaction rate. The conversion efficiency has been calculated using bubble microscopy. These measurements confirmed 0.95% Faraday efficiency (each two electrons generated ~0.95 molecules H₂). Note that the decreasing of currents on longer timescales can be also caused by heating of solution during solar illumination. The dependences of current versus time are restored if change the electrolyte on the fresh (in this case the bubbles are removed and solution is at room temperature) and the measurements are repeated. Therefore, we found that MgB₂ nanostructures can effectively absorb solar energy facilitating the reaction of water/seawater splitting and deliver the electrons and holes required for generation of hydrogen and oxygen gases [5,6].

The enhancement of light-to-photocurrent conversion can be described by incident photon to current conversion efficiency (IPCE) calculated as [1]:

$$IPCE = \frac{J_{SC}(\text{mA cm}^{-2}) \times (1.23\text{V} - V_{bias})}{P_{light}(\text{mW cm}^{-2})},$$

where J_{SC} is short-circuit photocurrent density, V_{bias} is the applied potential between photoelectrode and counter electrode, P_{light} is the total irradiation input, and the redox potential of interest is equal to 1.23V for water oxidation. It was found that the maximal efficiency could be achieved by selection of optimal ions and their concentrations in the electrolyte that provide the maximal ion mobility. The evaluated efficiencies represent the normalised on the square A (cm²) of the geometrical area of photo-anode or cathode. The highest efficiency of 6.5 % (normalised to the cathode area) for MgB₂ nanostructure was obtained in the case of PEC filled with solution of 0.5M of LiOH in the DI water. In the case of seawater splitting the highest efficiency was ~5 % and has been achieved under V_{bias} =0.3 V.

Our study demonstrates effective plasmon-induced seawater splitting with the help of the fabricated MgB₂ nanostructures. These plasmonic nanostructures consist only of metallic MgB₂ nanosheets and promise much better efficiency than that of semiconductor photocatalysts often restricted by their large bandgap. Thus, the field of plasmonics has impacted our ability to control light and its interaction with matter on the tiniest of scales for many years which opens up fascinating opportunities for developing new devices exploiting sunlight as the primary energy source. Plasmonics offers the possibility of transformational progress in key areas of catalytic science, including those relating to low carbon energy and environmental protection.

The world is betting on hydrogen. This simplest of elements is increasingly being regarded as a big part of the solution to global climate change. Ukraine must be ready to become the generator green hydrogen and its supplier of Europe. In the near future the Ukraine can be a prospective partner for the European Union to reach its ambitious hydrogen goals. The south of the Ukraine should become the most powerful place for building the hydrogen plants. On one hand, it has around 320 sunny days per year with average solar radiation of 1,600 kilowatts per square metre (kW/m²). On the other hand, it can also count on significant water resources, Black sea and the Danube and Dnipro rivers. Finally, the developed transport infrastructure of Odessa's port makes it possible to transport the produced hydrogen to many countries in the Europeans region. Perhaps most importantly, despite nearly 30 months of the war, the country's competitiveness in this area remains resilient. Nonetheless, aside from the security challenges arising from the war, Ukraine faces

several key obstacles in seizing its potential in joint green hydrogen leadership on the continent. Hydrogen production in Ukraine can become a key tool for Ukrainian and European independence from Russian energy resources, and the rapid transition to the use of “green” energy. For Ukraine, it is also a chance to become the main energy supplier of “fuel of the future” for Europe.

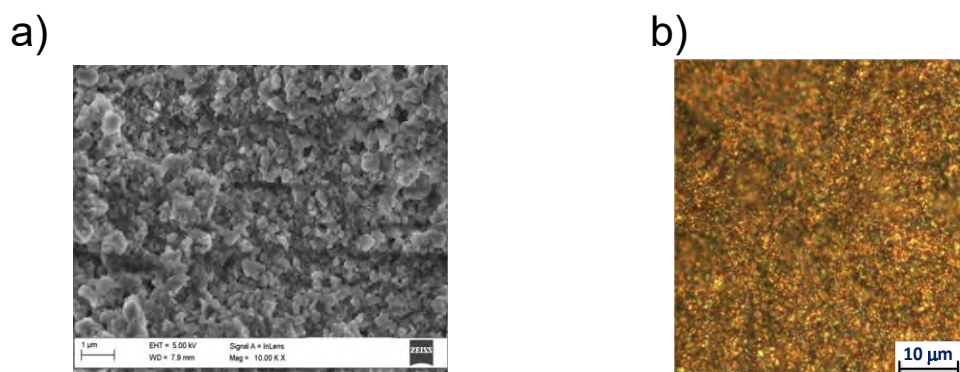


Figure 1. Magnesium diboride nanostructures as a model system for plasmonics photocatalysis. (a) SEM image showing the assembly of MgB₂ nanostructured layers. (b) Optical image showing the assembly of MgB₂ nanostructured layers which exhibit different colors due to excitation of assemblies localised surface plasmon resonances.

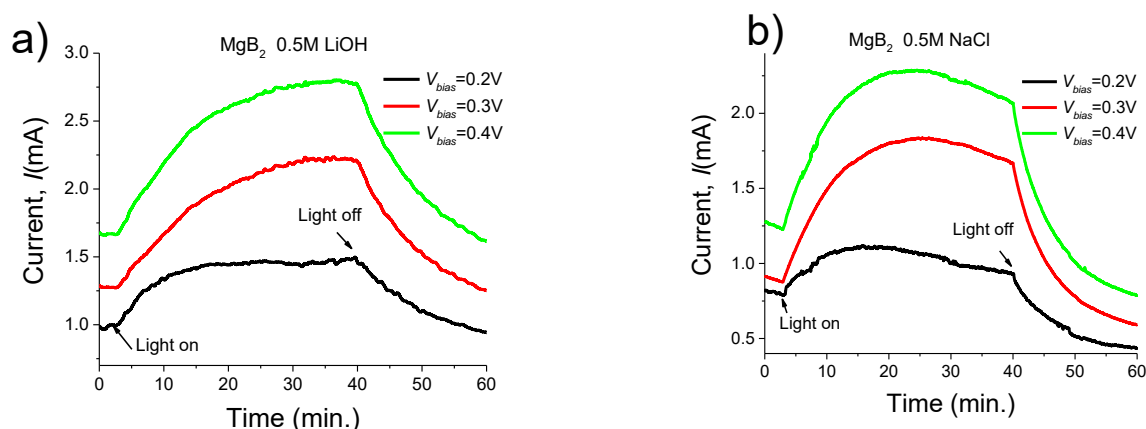


Figure 2. Solar water splitting. Photocurrent as a function of time and external voltage, V_{bias} , for the integrated water splitting device under illumination a solar light simulator: (a) nanostructured MgB₂ photoanode and the Pt cathode submerged in 0.5M LiOH electrolyte; (b) nanostructured MgB₂ photoanode and the Pt cathode submerged in 0.5M NaCl electrolyte – sea water.

References

1. Walter, M. G. *et al.* Solar Water Splitting Cells. *Chemical Reviews* **110**, 6446-6473 (2010). 2.
2. Jacobson, M. Z. & Delucchi, M. A. Providing all global energy with wind, water, and solar power, Part I: Technologies, energy resources, quantities and areas of infrastructure, and materials. *Energy Policy* **39**, 1154-1169 (2011).
3. Kudo, A. & Miseki, Y. Heterogeneous photocatalyst materials for water splitting. *Chemical Society Reviews* **38**, 253-278 (2009).
4. Jain, I. P. Hydrogen the fuel for 21st century. *International Journal of Hydrogen Energy* **34**, 7368-7378 (2009).
5. Kravets, V. G. & Grigorenko, A. N. Water and Seawater Splitting with MgB₂ Plasmonic Metal-Based Photocatalyst. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4182972/v1>

6. Kravets, V. G. & Grigorenko, A. N. New class of photocatalytic materials and a novel principle for efficient water splitting under infrared and visible light: MgB(2) as unexpected example. *Opt Express* **23**, A1651-1663 (2015).
7. Kravets, V. G., Thomas, P. A. & Grigorenko, A. N. Metallic binary alloyed superconductors for photogenerating current from dissociated water molecules using broad light spectra. *Journal of Renewable and Sustainable Energy* **9**, 021201 (2017).
8. Kuang, Y. *et al.* Solar-driven, highly sustained splitting of seawater into hydrogen and oxygen fuels. *Proc Natl Acad Sci U S A* **116**, 6624-6629 (2019).

Authors

Dr. Vasyl Kravets, Research Fellow

Department of Physics and Astronomy,
The University of Manchester
Schuster Building
Manchester
M13 9 PL
United Kingdom
Phone +44 (0) 161 3066675
E-mail: vasyl.kravets@manchester.ac.uk

ПРИВАТНІ ПРИСАДИБНІ ДІЛЯНКИ ЯК ОБ'ЄКТИ ОХОРОНИ РІДКІСНИХ ВИДІВ РОСЛИН В УМОВАХ ТЕХНОГЕННОГО ПРЕСИНГУ НА ЗАХІДНОМУ ДОНБАСІ

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Анотація

Природні екологічні катастрофи існували завжди, оскільки вони є невід'ємним процесом руйнування та відновлення природи, однак останні кілька тисячоліття стан навколишнього середовища значно погіршився завдяки людській діяльності. І тепер перед людством щороку все гостріше постає питання збереження біорізноманіття, адже багато представників флори і фауни продовжують стрімко зникати. Транспорт, будівництво, сільське господарство, війни, енергетика, промисловість, видобуток ресурсів - це все значно прискорює процеси незворотнього знищення природи. Шахтний видобуток корисних копалин (мінерали, коштовне каміння, руди, чорні й кольорові метали, горючі сланці, і особливо - вугілля тощо) є одним з найшкідливіших для довкілля на сьогодні. З метою збереження природи нині існує багато різноманітних природоохоронних територій (парки, заказники, заповідники) проте, хотілось би також звернути увагу і на приватні присадибні ділянки, де також є чудові умови збереження й розмноження рідкісних видів рослин, таких як підсніжник Ельвеза, брандушка різнобарвна, горицвіт волзький, тюльпан дібровний, проліска сибірська, півонія тонколиста, півники карликові.

Ключові слова: шахтний видобуток вугілля, охорона природи, приватні присадибні ділянки, рідкісні види рослин.

Abstract

Natural ecological disasters have always existed, as they are an integral process of destruction and restoration of nature, but in the last few millennia the state of the environment has deteriorates significantly due to human activity. And now every year the issue of preserving biodiversity is becoming increasingly acute for humanity, because many representatives of flora and fauna continue to rapidly disappear. Transport, construction, agriculture, wars, energy, industry, resource extraction - all this significantly accelerates the processes of irreversible destruction of nature. Mining of minerals (minerals, precious stones, ores, ferrous and non-ferrous metals, oil shale, and especially coal, etc.) is one of the most harmful to the environment today. In order to preserve nature, there are now many different nature conservation areas (parks, nature reserves, nature reserves), however, we would also like to pay attention to private homesteads, where there are also excellent conditions for the preservation and propagation of rare plant species, such as Galanthus elwesii, Bulbocodium versicolor, Adonis wolgensis, Tulipa quercetorum, Scilla siberica, Peaonia tenuifolia, Iris pumila

Keywords: coal mining, nature conservation, private homestead, rare plant species.

XXI століття – це епоха інтенсивного розвитку комп'ютерних технологій, штучного інтелекту та наукових відкриттів у різних галузях. Однак цей період також супроводжується серйозними екологічними викликами, включаючи глобальне потепління та екологічні катастрофи. Природні катастрофи завжди були частиною циклу руйнування й відновлення природи, але останні тисячоліття діяльність людини стала значним фактором, що прискорює ці процеси. Будівництво, транспорт, промисловість, видобуток корисних копалин, сільське господарство та енергетика спричиняють забруднення повітря, води й ґрунтів, що завдає серйозної шкоди навколишньому середовищу та здоров'ю людей.

Видобуток корисних копалин, зокрема шахтний спосіб видобутку вугілля, є одним із найшкідливіших для довкілля. У східних регіонах України шахтний видобуток викликає

багатопланове забруднення – від викидів рудникового газу до самозаймання відвалів з виділенням токсичних речовин. Щороку понад 200 тисяч тонн пилу та газів потрапляють в атмосферу, отруюючи повітря і навколишні екосистеми. Відходи видобутку містять небезпечні речовини, такі як кадмій, свинець, ртуть, що забруднюють водні ресурси та ґрунти, спричиняючи деградацію місцевих екосистем [1, 2, 3].

Однією з таких місцевостей видобутку корисних копалин (зокрема вугілля), є Західний Донбас. Це вугільний район Дніпропетровської та Харківської областей, є частиною Донецького кам'яновугільного басейну.



Рис.1 Схема розташування вугленосних районів Донбасу: 1 - Петриківський, 2 - Новомосковський, 3 - Петропавлівський, 4 - Південно-Донбський, 5 - Покровський, 6 - Донецько-Макіївський, 7 - Амвросієвський, 8 - Торезько-Сніжнянський, 9 - центральний, 10 - Північно-західні окраїни Донбасу, 11 - Старобільська площа, 12 - Лисичанський, 13 - Алмазно-Мар'ївський, 14 - Селезнівський, 15 - Луганський, 16 - Краснодарський, 17 - Оріхівський, 18 - Боково-Хрустальський, 19 - Должансько-Ровенський, 20-30 - територія російської частини донбасу [4]

Відомо, що Дніпропетровська область володіє близько 51% всіх запасів вугілля України, а об'єм видобутку становить 17% від загального в країні. Головними центрами Західного Донбасу є міста Павлоград, Тернівка та Першотравенськ, що на Дніпропетровщині. А головними центрами добування кам'яного вугілля в Дніпропетровській області є Новомосковський, Павлоградський та Петропавлівський райони. Найбільшим вугледобувним підприємством на сьогодні є ПАТ "ДТЕК Павлоградвугілля", що має в своєму складі 10 шахт, 23 структурні підрозділи та 57 об'єктів соціальної сфери. Всі вони мають негативний вплив на навколишнє середовище [5, 6].

Для захисту рідкісних видів рослин створюються природоохоронні території, але важливу роль у збереженні біорізноманіття можуть відігравати й приватні присадибні ділянки. Останнім часом такі території стали місцем вирощування рідкісних видів, які з'являються природним шляхом або пересаджуються з дикої природи.

Одним із прикладів є село Добринька на Дніпропетровщині. Село розташовується на південному сході України, в Синельниківському районі, на кордоні з Харківщиною. Добринька лежить в долині на правому березі річки Самара. Крім того село відноситься до Середньоорізьсько-Самарського флористичного підрайону, а також лежить в межах Петропавлівського вугленосного району. Клімат місцевості - типовий для степової зони помірно континентальний, тобто теплий - з жарким посушливим літом та помірно холодною зимою, ґрунти - родючий чорнозем звичайний. Умови цілком задовільні для багатьох рослин, більшість з яких без проблем приживаються.

Місцеві мешканці села Добринька на своїх ділянках зібрали унікальну колекцію рідкісних видів рослин [7, 8].

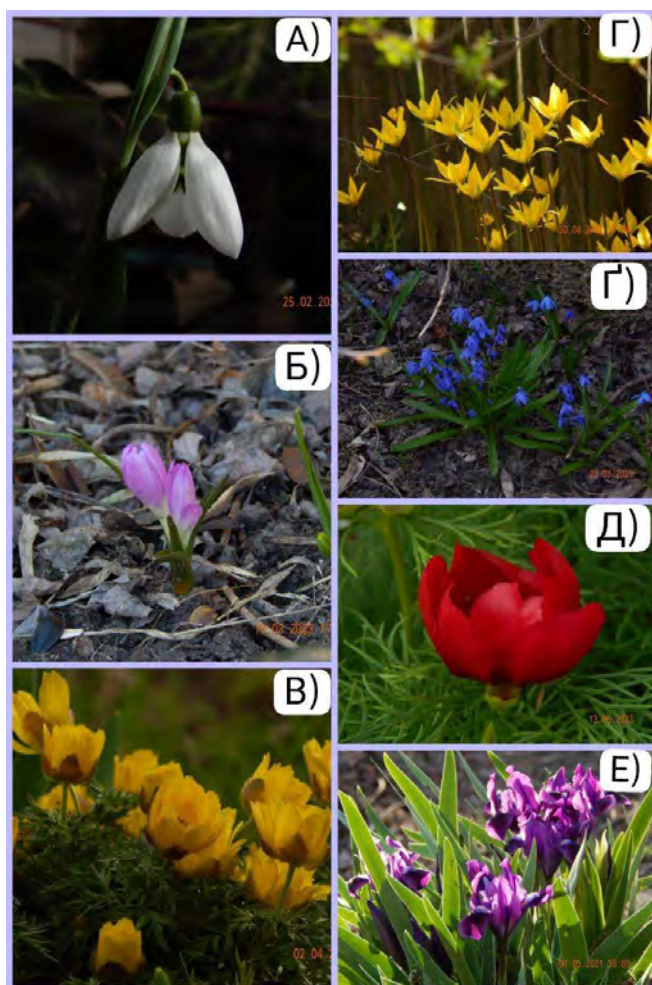


Рис.2 Збережені червонокнижні види рослин на постмайнінгових територіях Західного Донбасу: А) *Galanthus elwesii*, Б) *Bulbocodium versicolor*, В) *Adonias wolgensis*, Г) *Tulipa quercetorum*, Г) *Scilla siberica*, Д) *Paeonia tenuifolia*, Е) *Iris pumila*

Серед них:

1. *Galanthus elwesii* Hook.f. – підсніжник Ельвеса, який занесений до Червоної книги України та Червоного списку МСОП. Цей вид зустрічається у байрачних лісах та степових угрупованнях, де його популяції часто фрагментовані. Найвища щільність популяцій – у дубових лісах, де вона може сягати до 160 особин на квадратний метр. Вид охороняється у Староманзирському заказнику та регіональному ландшафтному парку «Тилігульський лиман».

2. *Bulbocodium versicolor* (Ker Gawl.) – рідкісний весняний ефемероїд, занесений до Червоної книги України. В селі Добринька ця рослина зустрічається на схилах балок і старих кар'єрів, де формує невеликі групи з 2-3 особин. Охороняється в кількох природних заповідниках, зокрема в Українському степовому природному заповіднику та «Сланецькому степу».

3. *Adonis wolgensis* Steven ex DC – неоцінений вид із Червоної книги України. У степових екосистемах навколо села Добринька його можна зустріти на старих кар'єрах, де рослина формує групи по кілька десятків особин. Цей вид охороняється на численних територіях природно-заповідного фонду, включаючи «Святі Гори» та «Кам'яні Могили».

4. *Tulipa quercetorum* Klokov et Zoz – рідкісний вид тюльпану, який також охороняється Червоною книгою України. У природних умовах він зустрічається на заплавах луках біля лиманів. В Дніпропетровській області цей вид має статус рідкісного, і його популяції охороняються на територіях природно-заповідного фонду.

5. *Scilla siberica* L. – рідкісний вид, поширений у степовій зоні України. Він занесений до регіональних Червоних книг кількох областей і натуралізований в інших регіонах світу.

6. *Paeonia tenuifolia* L. – півонія тонколиста, яка є вразливим видом у Дніпропетровській області. Її численні популяції трапляються в деяких заповідниках, таких як Хомутовський степ і Кам'яні Могили. Популяції цього виду мають високу щільність, але поблизу населених пунктів вони часто є незначними.

7. *Iris pumila* L. – ще один рідкісний вид півників, поширений переважно на півдні України та у степових районах. У селі Добринька цей вид зустрічається на також на схилах старого кар'єру, групами по 1-3 особини. Також зростає на різноманітних заповідних територіях світу, де його численні популяції зберігаються завдяки природоохоронним заходам.

Таким чином, приватні присадибні ділянки можуть відігравати важливу роль у збереженні рідкісних видів рослин. Вони мають значний потенціал для вирощування, догляду й розмноження рідкісних рослин, що сприяє збереженню біорізноманіття на локальному рівні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Масюк, Р. О. Новіцький, М. А. Листопадський, В. О. Махіна. Техногенні ландшафтні утворення на породних відвалах шахт як рефугіуми для раритетних видів рослин і тварин. Український журнал природничих наук 2023, № 4, С. 160- 176.
<https://doi.org/10.32782/naturaljournal.4.2023.17>
2. Masiuk, O. M., Novitskyi, R. O., Ganzha, D. S., Listopadskyi, M. A., Makhina, V. O. (2021). Findings of rare plants and animals in the eastern part of the Emerald Network object "Samarskyi Lis – UA0000212". *Agrology*, 4(1), 47-53.
<https://agrologyjournal.com/index.php/agrology/article/view/17>
3. Novitskyi, R.O., Masiuk, O.M., Napich, H.V., Pavlychenko, A.V., Kovalenko, V.V. Assessment of coal mining impact on the geocological transformation of the Emerald network ecosystem. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2023, (6): 107 – 112. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-6/107>
4. Білецький В. С., Гайко Г. І., Донецький вугільний басейн/ проф. А. М. Киридон (відп. ред.) - К: ДНУ “Енциклопедичне видавництво” - 2018. - ISBN 978-617-7238-39-2
5. Масюк А. Н. Особенности накопления энергии и зольных веществ в биогеогоризонтах тополя Новоберлинского на рекультивированных землях / Кадастровые исследования степных биогеоценозов Присамарья Днепровского, их антропогенная динамика и охрана – Д.: ДГУ, 1991. – С. 147-156
6. Масюк А.Н. Особенности диагностики почвообразования на рекультивированных землях / А.Н. Масюк // Тезисы докл. III делегат. съезда почвоведов и агрохимиков Украинской ССР 11 – 14 сентября 1990 года. Почвоведение. – Х.: УкрНИИ почвоведения и агрохимии, 1990. – С. 109 – 111.
7. Червона книга України. Рослинний світ. К.: Вид. “Глобалколсалтинг”, 2009. - 900 с. https://redbook-ua.org/#google_vignette
8. Червона книга Дніпропетровської області. Рослинний світ/ Автори-укладачі Б. О. Барановський, В. В. Тарасов //під ред. А. П. Травлева. - Д. - 2010. - 500 с.

Кожушко Світлана Ігорівна - студентка групи БЕ-23м-1, біолого-екологічний факультет, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро, e-mail: svetlanakozhushko52@gmail.com

Науковий керівник: **Масюк Олександр Миколайович**, кандидат біологічних наук, доцент, Дніпровський Національний Університет імені Олеся Гончара, Дніпро

Svitlana Kozhushko – student, Faculty Biology and Ecology, Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, e-mail: svetlanakozhushko52@gmail.com

Supervisor - **Oleksandr Masiuk**, Candidate of Biological Sciences, Docent, Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro

INFLUENCING FACTORS AND ENERGY-SAVING TECHNOLOGY OF HEATING BOILER

Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine

Abstract

The article analyzes the factors that determine the energy efficiency of heating boilers, and considers the technologies of energy saving and environmental protection when using heating boilers, which contribute to greening and sustainable development of the heating industry.

Keywords: heating boilers, exhaust gases, ecological technology, energy saving, environmental protection.

Анотація

У статті проаналізовано фактори, що визначають енергоефективність опалювальних котлів, розглянуто технології енергозбереження та захисту навколишнього середовища при використанні опалювальних котлів, які сприяють екологізації та сталому розвитку теплоенергетики.

Ключові слова: опалювальні котли, відпрацьовані гази, екотехнології, енергозбереження, захист довкілля.

Introduction

The rapid development of the market economy has promoted the acceleration of the urbanization process, and residents have increasingly high requirements for the quality of life. Heating, as a basic content in modern urban construction, plays an important role in promoting the development of urban economy. However, because the heating industry needs to consume a lot of resources and energy, and the utilization rate of energy is not high, so it has caused a very serious waste of energy and resources at the same time, but also led to the urban environment has been greatly affected, so it is necessary to improve the environmental protection technology of heating boilers through effective energy saving and environmental protection measures to achieve the comprehensive growth of economic and social benefits.

Research results

1 Factors affecting energy saving and environmental protection of heating boilers

1.1 Exhaust volume and temperature of boiler

In order to make the heating boiler energy-saving and environmental protection, we must find the factors that affect the energy-saving and environmental protection effect of the heating boiler, and start from these factors to improve the heating boiler, in order to make the heating boiler energy-saving and environmental protection. Among the factors affecting the energy saving and environmental protection of heating boilers, the first is the exhaust volume and temperature of heating boilers [1]. The smoke temperature emitted by the heating boiler is very high, which can also be regarded as containing very large heat. Therefore, if the heating boiler has been discharging a large amount of smoke, a considerable part of its own heat will be lost, which greatly reduces the temperature of the heating boiler, and a large number of raw materials have to be consumed to raise the temperature back, which greatly increases the loss of the heating boiler [2].

1.2 Carbon content in furnace slag of heating boiler

Effective treatment of carbon content in slag can reduce the energy consumption of heating boilers. In actual work, the carbon content control method of boiler slag can generally be considered from three aspects: first, the control of coal water. The moisture content of coal has a direct impact on the operating efficiency of heating boilers. If the intensity of coal burning is too large, the higher the moisture content, the easier it is to cause the coal can not be fully burned, resulting in the waste of energy. Second, reasonable adjustment of boiler operating parameters. If the parameter setting of the boiler operation is not reasonable, it will lead to a lot of not fully burned will be discharged from the furnace, affecting the operating efficiency of the heating boiler. Third, the temperature in the furnace is controlled. If the temperature in the furnace is too low, it will

increase the burden of boiler operation and cannot achieve the purpose of energy saving. The carbon content of slag is an important index affecting the energy-saving effect of boiler operation, so it is necessary to reduce the carbon content of boiler slag by appropriately increasing the temperature in the furnace, so that the boiler can operate in an energy-saving state [3].

1.3 Influence of thermal efficiency of heating boiler

Thermal efficiency is an important index of energy saving efficiency of reaction boiler. If the thermal efficiency of boiler operation can be significantly improved, better energy saving effect can be achieved. The boiler is an important energy conversion equipment in the heating system, and the thermal efficiency can reflect the efficiency of the boiler operation, which has an important impact on the energy saving of the boiler. At present, the thermal efficiency of many heating boilers is not high, which is closely related to the design of boiler furnace and the level of operator. In addition, the heating boiler needs timely maintenance after running for a period of time. If the maintenance work is not timely or not in place, the thermal efficiency of the boiler will be reduced [4]. Therefore, it is necessary to effectively control the running state of the boiler by enhancing the scientific design of the boiler furnace, improving the level of the boiler operator and other ways, and regularly overhaul and maintenance of the boiler, in order to effectively improve the thermal efficiency of the boiler, thereby improving the energy-saving effect of the boiler.

2 Research on energy saving and environmental protection technology of heating boiler

2.1 Vigorously apply frequency conversion speed regulation technology

Frequency conversion speed regulation technology is an important energy-saving and environmental protection technology applied in the operation of heating boilers, which is to change the speed of the motor by changing the power supply frequency of the motor. The application of frequency conversion speed regulation technology in the operation of the heating boiler can change the speed of the induced draft fan and other equipment in time, and finally control the air volume and flow rate in time, so that the heating boiler can have sufficient air volume in the operation process, so that the coal in the heating boiler furnace can be fully burned, so as to improve the utilization rate of energy in the heating boiler.

2.2 A stratified coal feeding device is set up in the heating boiler

The design and utilization of stratified coal feeding device can significantly improve the environmental benefit of heating boilers. The use of stratified coal feeding device can control the amount of coal and improve the particle size uniformity of coal. Through the stratification device, the coal seam can be reasonably distributed according to the standards of large, medium and small according to the different particle sizes of coal, and then the coal with different particle sizes can be selected according to the needs of coal burning, which is conducive to improving the combustion efficiency of coal burning and reducing the carbon content of furnace ash, so as to improve the efficiency of boiler operation. Through the application of stratified coal feeding device, the current boiler combustion rate can be increased by 8%-15%, the boiler carbon content can be reduced to 8%-15%, and the furnace temperature can be increased by 100-150 °C, which greatly reduces the amount of coal used for heating [5].

2.3 Strengthen the monitoring and management of heating boilers

Strengthening the monitoring and management of heating boilers can timely and effectively deal with the problems that occur during the operation of boilers. Distributed boiler rooms should be equipped with instruments for inspection, and centralized boiler rooms should be equipped with microcomputer for monitoring. Investigate the indoor and outdoor temperatures, determine the heat supply and coal consumption of the boiler, so as to improve the efficiency of the boiler operation.

Conclusion

In summary, this paper mainly discusses the related issues of energy saving and environmental protection of heating boilers. In the operation process of heating boilers, more energy and resources will be consumed, which has a certain impact on the environment. Therefore, it is necessary to analyze the factors affecting the energy saving of heating boilers from an objective perspective, and adopt effective energy saving and environmental protection technologies to improve the operation mode of heating boilers, reduce the energy consumption of heating boilers, and promote the healthy and sustainable development of heating industry.

REFERENCES

1. Yang Xuepeng. Influence factors and technology of energy saving and Environmental protection of heating boilers [J]. Modern Industrial Economy and Information Technology, 2017,7 (18) : 35-36.

2. Zeng Yan. Energy saving control strategy of small gas boiler house [J]. Chemical Engineering Management, 2021(16):43-44.
3. Fang Ping. Analysis on energy saving and environmental protection technology of heating boiler in new era [J]. Comprehensive Utilization of Resources in China, 2017,35 (8) : 72-74.
4. Han Yangyi. Consideration on energy saving and emission reduction measures of heating boiler room [J]. Real Estate World, 2020(22):115-116.
5. Ramon. Effective measures for energy saving and consumption reduction of boiler house heating system [J]. Smart Cities, 6(11):134-135.

Zhang Le - graduate student of the Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering (FCCEE); Vinnytsia National Technical University (VNTU), Vinnytsia;

Scientific leade: **Andrii Polyvianchuk** - Dr. Tech. Sciences, Prof., professor of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, FCCEE, VNTU, Vinnytsia.

Електронне наукове видання

ІХ МІЖНАРОДНИЙ З'ЇЗД ЕКОЛОГІВ

***ІІ МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ СЕМІНАР З
ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ, ПОСТМАЙНІНГУ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ
ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ***

25-27 вересня 2024 року

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

Матеріали подаються в авторській редакції

Підписано до видання 23.10.2024 р.
Гарнітура Times New Roman
Зам. № P2024-166.

Видавець та виготовлювач
Вінницький національний технічний університет,
інформаційний редакційно-видавничий центр.

ВНТУ, ГНК, к.114.

Хмельницьке шосе, 95,

м.Вінниця, 21021.

press.vntu.edu.ua,

Email: rvv.vntu@gmail.com

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.