

УДК 581.9:574.91:502.72(477.42)

**Бабич І.О., здобувачка вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»
спеціальності 101 «Екологія», 4 курс, група ЕО-41, факультет гірничої справи,
природокористування та будівництва**

**Хоменко С.В., здобувачка вищої освіти наукового ступеня «доктор філософії»
спеціальності 101 «Екологія»,**

**Кірейцева Г.В., к.е.н., доц, доцент кафедри екології
та природоохоронних технологій**
Державний університет «Житомирська політехніка»

ВПЛИВ ЧУЖОРІДНИХ РОСЛИННИХ ІНВАЗІЙ НА ЕКОСИСТЕМИ ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА «ДРЕВЛЯНСЬКИЙ»

Для України проблема неаборигенних організмів є актуальною, оскільки рівень адвентизації її флори загалом, як і окремих регіонів країни, досить високий. Як відомо, територія України характеризується різноманітністю природних умов, що позначається на видовому складі та ступені натуралізації видів інвазійних рослин. Інтенсифікація процесу адвентизації рослинного покриву залежить як від інвазійного потенціалу видів, так і від стійкості екосистем до інвазії, а ці показники суттєво різняться у регіонах.

Для того, щоб ефективно управляти інвазійними видами потрібно знати фактори, що впливають на поширення інвазій. Адже, саме розуміння цих факторів допомагає виявляти закономірності процесу інвазій та механізми їх поширення, а також дозволяє прогнозувати потенційні інвазії та розробляти превентивні заходи, що значно ефективніше та економічно вигідніше, ніж боротьба з уже встановленими інвазіями. На схемі зображені основні фактори, що впливають на інвазії чужорідних рослин.



Особливо важливим є розуміння взаємодії різних факторів. Наприклад, як кліматичні зміни можуть взаємодіяти з антропогенними порушеннями середовища, створюючи нові можливості для інвазій. Або як особливості видів взаємодіють з характеристиками екосистем, що зазнають інвазій. Більше того, знання цих факторів допомагає ідентифікувати найбільш вразливі екосистеми та території, що потребують особливої уваги та захисту. Це особливо важливо для природоохоронних територій та інших цінних природних комплексів. У контексті глобальних змін, включаючи кліматичні зміни та зростаючу глобалізацію, розуміння факторів поширення інвазій стає все більш критичним для збереження біорізноманіття та функціонування екосистем. Це знання є основою для розробки адаптивних стратегій управління та підтримки екологічної стійкості природних систем.

Незважаючи на свій охоронний статус, багато природоохоронних територій все більше загрожують інвазійні види, які можуть змінити місцеві екосистеми та зменшити біорізноманіття. Природоохоронні території не захищені від інвазійних видів, багато з них вже зазнають значних інвазій. У цьому контексті необхідно згадати поняття «види-трансформери», які вирізняються серед категорії інвазійних за властивістю корінним чином впливати на екосистему-реципієнт, змінюючи (трансформуючи) її структуру

й функції. У запропонованій міжнародною групою фахівців «Уніфікованій класифікації...» (A Unified Classification of Alien Species Based on the Magnitude of their Environmental Impacts) запроваджуються п'ять класів впливів інвазійних чужорідних видів на довкілля залежно від ступеня перетворення за їх присутності видів, їх угруповань або довкілля. В Україні все ще не усвідомлені повністю усі загрози та ризики, пов'язані з інвазійними видами. Це твердження випливає з тих перших кроків, які вже зроблено на шляху до перепони біологічних інвазій. Лише в 2010 р. прийнятий Закон України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України», в якому вперше безпосередньо згадуються біологічні інвазії у контексті збереження біорізноманіття. Все це є механізмами пізнання сучасного стану інвазійних видів, їх різноманіття та територіальної диференціації в Україні.

Для встановлення сучасної картини поширення та впливу інвазійних видів на природні та господарські комплекси необхідно проводити їх моніторинг від випадкового заносу до формування ними вторинного ареалу.

Природний заповідник «Древлянський» розташований на території Коростенського району Житомирської області південніше р. Уж на території безумовного (обов'язкового) відселення. Заповідник є частиною національної екомережі (Чорнобильське ядро) та ІВА-територією (International bird area) «Долина р. Уж». Спонтанна флора природного заповідника «Древлянський» нараховує 828 видів. Адвентивна фракція включає 173 види, відповідно, коефіцієнт адвентизації дорівнює 20,89 %. У складі адвентивної фракції флори переважають кенофіти – 104 види, відповідно, археофітів налічується 69 видів. Коефіцієнт кенофітизації флори дорівнює 12,56 %, а археофітизації – 8,33 %. Ці показники є дещо іншими у порівнянні з відповідними показниками для Житомирської області в цілому, які дорівнювали 17,5 % та 7,4 % відповідно.

Адвентивна фракція флори заповідника «Древлянський» характеризується значним таксономічним різноманіттям, зокрема вирізняються п'ять родин: Asteraceae, Poaceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, Rosaceae. Спостерігається чітка домінація представників родини Asteraceae (Айстрові), яка включає 39 видів (19,90% від загальної кількості видів адвентивної фракції) та 25 родів (18,38% від загальної кількості родів). Це відповідає загальним закономірностям синантропної флори помірного поясу, де айстрові часто виступають провідною родиною. Друге місце посідає родина Poaceae (Злакові) з 19 видами (9,69%) та 11 родами (8,09%), що також є характерним для адвентивних флор, оскільки злаки мають високу здатність до розповсюдження та адаптації. Важливе місце в спектрі провідних родин займають Brassicaceae (Капустяні) - 15 видів (7,65%) та Chenopodiaceae (Лободові) - 14 видів (7,14%). П'яту позицію займає родина Rosaceae (Розові) з 10 видами (5,10%) та 9 родами (6,62%). Особливості систематичної структури перших п'яти провідних родин (Asteraceae, Poaceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, Rosaceae) вказують на значний вплив південних флор, зокрема середземноморського та ірано-туранського центрів, на формування адвентивної фракції флори заповідника. Аналіз біотопної приуроченості показує, що найбільша кількість адвентивних інвазійних видів зосереджена в антропогенних біотопах. Це закономірно, оскільки такі території є первинними осередками натуралізації чужорідних видів.

Особливу небезпеку для природного заповідника становлять види-трансформери, адже вони здатні суттєво змінювати структуру та функціонування природних екосистем, що призводить до незворотних наслідків. На території заповідника зустрічаються види-трансформери серед яких *Acer negundo* L., *Echinocystis lobata* (Michx.), *Amelanchier spicata* (Lam.), *Solidago canadensis* L., *Lemna turionifera* Landolt та інші. Вони швидко розмножуються, займають домінуюче положення у фітоценозах та витісняють місцеві види рослин. Це спричиняє формування монодомінантних угруповань, що призводить до зменшення біорізноманіття та порушення природного балансу екосистем. Багато інвазійних видів змінюють фізико-хімічні властивості ґрунту, виділяючи алелопатичні речовини, що пригнічують ріст інших рослин. Особлива небезпека інвазійних видів для заповідника полягає в тому, що ці території мають зберігати природні, непорушені екосистеми та рідкісні види флори і фауни, а заповідний режим часто обмежує можливості активної боротьби з інвазійними видами, що сприяє їхньому безконтрольному поширенню та подальшій деградації природних комплексів.

Список використаної літератури:

1. Хоменко С.В., Бельмега І.В., Кірейцева Г.В., Хрутьба В.О. Роль фітоінвазії для природного біорізноманіття заповідних територій України. Екологічні науки: науково-практичний журнал. Видавничий дім «Гельветика», 2024. 1 (52), Том 2. С. 94 – 99.
2. Мельник-Шамрай В.В., Шамрай В.І., Пацева І.Г. Аналіз територіального розподілу об'єктів природно-заповідного фонду об'єднаних територіальних громад Коростенського району Житомирської області. Екологічні науки : науково-практичний журнал. К. :видавничий дім «Гельветика», 2023. № 4(49). С. 186-193.
3. Протопопова В.В., Мосякін С.Л., Шевера М.В. Фітоінвазії в Україні як загроза біорізноманіттю: сучасний стан і завдання на майбутнє. Київ: Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України. 2002. 28 с.

Бельмега І., аспірант спеціальності 101 «Екологія»

Державний університет «Житомирська політехніка»

Пацев І.С., аспірант спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

Національний транспортний університет

ЛІСИ УКРАЇНИ ПІД ЗАГРОЗОЮ: ВИКЛИКИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ У СУЧАСНИХ УМОВАХ

У світі, де кліматичні зміни, війна та зростаючий техногенний тиск дедалі частіше провокують екологічні катастрофи, ліси постають не лише як джерело природного багатства, а як стратегічний ресурс для забезпечення екологічної стабільності та безпеки держави. Їх значення важко переоцінити. Ліси зменшують водну ерозію в річкових басейнах, регулюють водний баланс, стримують поверхневий стік на пасовищах, знижують випаровування вологи з ґрунтів, слугують природним бар'єром проти посух і пилових бур. У гірських районах вони є надійним щитом від зсувів та селів. Крім цього, ліси виконують важливу санітарно-гігієнічну, оздоровчу та рекреаційну функції, стаючи місцем відпочинку та джерелом психологічного оздоровлення мільйонів українців.

Однак сьогодні, в умовах глобального потепління та війни, ліси України перебувають під постійною загрозою. Одним з найнебезпечніших явищ стали масштабні лісові пожежі. Це природно-антропогенне явище існувало століттями, але саме зараз його масштаби загрозливо зросли. Військові дії, залишені боєприпаси, мінування територій, а також підвищення середньорічних температур і посушливість клімату створюють вибухонебезпечне тло, де будь-яка іскра здатна спричинити катастрофу. За останні роки площа згорілих лісів зросла в рази, а наслідки таких пожеж стали значно важчими, ніж будь-коли.

Лісові пожежі чинять потужний руйнівний вплив на довкілля. Вогонь знищує рослинний покрив і деревні насадження, зменшує біологічне різноманіття, сприяє масовому розмноженню шкідників і поширенню хвороб. Ґрунт втрачає вологість, знижується його кислотність (рН), руйнується структура, вигорає гумус, підвищується мінералізація – усе це призводить до ерозійних процесів, виснаження ґрунтів і втрати їхньої родючості. Водночас вода в таких екосистемах втрачає якість: підвищується її мінералізація, знижується рівень ґрунтових вод, водойми забруднюються залишками гниття деревини. Негативний ефект мають і викиди продуктів горіння в атмосферу – шкідливі гази, зола й чад утворюють смог і підвищують ризики для здоров'я людей, особливо в густонаселених районах. Особливо небезпечними є пожежі у зонах, забруднених радіонуклідами, як-от в Чорнобильській зоні. Після тимчасової окупації цих територій російською армією у 2022 році, багато ділянок залишилися замінованими. Будь-який вибух у лісі може спричинити не тільки звичайне займання, а й повторне вивільнення радіонуклідів у повітря. Дослідження показали, що під час горіння лісової підстилки підвищується вертикальна міграція ^{137}Cs у ґрунті, а це означає – підвищення радіаційного фону не лише локально, а й далеко за межами зони.

У відповідь на ці виклики українські науковці та екологи впроваджують новітні підходи до моніторингу та попередження пожеж. Активно використовуються супутникові технології, GPS-навігація, дистанційне зондування землі та безпілотні літальні апарати для виявлення загорянь, зокрема на торфовищах, які мають здатність тліти під землею тижнями, отруюючи довкілля й повітря.

Водночас варто говорити й про економічний вимір. Пожежі знищують лісові ресурси, порушують екосистемні послуги, завдають збитків лісогосподарському виробництву. Це вимагає перегляду економічних моделей користування лісами, з урахуванням екологічних ризиків. Сучасна наука наголошує: стале лісокористування повинно базуватись не лише на отриманні деревини, а й на підтримці еколого-захисних функцій лісів, їх регенерації та захисту.

Тому актуальним завданням сьогодення є розробка ефективної системи екологічного управління лісами, що включатиме превентивні заходи проти пожеж, екологічну оцінку ризиків, відновлення пошкоджених екосистем та екологічну просвіту населення. Також необхідне впровадження міжнародних стандартів сталого управління природними ресурсами, що стане основою для безпечного майбутнього.

Українські ліси – це не лише частина нашої природи. Це зелений щит країни, що захищає ґрунти, воду, клімат і здоров'я людей. Бережімо їх сьогодні – заради нашого завтра.

Список використаної літератури:

1. Kahukina A., Patseva I. Assessment and forecast of atmospheric pollutant dynamics in the urban ecosystem of Zhytomyr. *Technology Audit and Production Reserves*. 2025. № 2(3(82)). P. 36–42.
2. Melnyk-Shamrai, V., Shamrai, V., Patseva, I., Patsev, I. The influence of the accident at Chernobyl nuclear power plant on the condition of pine plantations of Ukrainian forests. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2024. Vol. 1415. P. 012104.
3. Герасимчук Л. О., Валерко Р. А., Пацева І. Г., Пацев І. С. Лісові пожежі у фокусі кластерного аналізу: екосистемні та технологічні аспекти через призму VOSVIEWER. *Український журнал природничих наук*. 2025. № 11. С. 270-279.

Боднар У., студентка 4 курсу, ТЗ-21-1 група, ІНГП
Челядин Л.І., д.т.н., проф.

*Кафедра технології захисту навколишнього середовища та безпеки праці
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

ВОДООЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД КОМУНАЛЬНОГО ОБ'ЄКТА ТА УТИЛІЗАЦІЯ МУЛОВИХ ВІДХОДІВ

Комунальні стічні води є одним із основних джерел забруднення довкілля, оскільки містять широкий спектр органічних речовин, зважених частинок, сполук азоту, фосфору, важких металів та патогенних мікроорганізмів. Ефективне очищення таких вод має вирішальне значення для збереження якості природних водних ресурсів і запобігання деградації екосистем. Особливу увагу необхідно приділяти не лише основним технологічним процесам очищення води, але й питанням утилізації мулових відходів, що утворюються в результаті цих процесів. Стабільне функціонування очисних споруд потребує комплексного підходу, який передбачає впровадження сучасних енергоефективних технологій водоочищення та раціональне поводження з муловими залишками відповідно до принципів сталого розвитку.

Технологічний процес очищення стічних вод складається з кількох послідовних етапів. На початковій стадії здійснюється механічне очищення, під час якого відбувається видалення великих домішок за допомогою решіток, пісколовок, жируловлювачів і первинних відстійників. Цей етап суттєво знижує концентрацію завислих речовин і полегшує подальші процеси обробки.

Другим етапом є біологічне очищення, засноване на активному розкладі органічних речовин під дією мікроорганізмів. Зазвичай використовуються аеротенки з активним мулом або біофільтри з прикріпленою мікробною біоплівкою. Залежно від потреб об'єкта впроваджуються також мембранні біореактори, які забезпечують підвищену ефективність затримання домішок.

На завершальному етапі застосовується фізико-хімічне очищення, що передбачає коагуляцію, флокуляцію, сорбцію на активованому вугіллі або мембранне фільтрування. Це дозволяє видаляти дрібнодисперсні та розчинені забруднювачі, зокрема залишки важких металів і фосфатів. Для знезараження очищеної води використовують ультрафіолетове випромінювання, озонування або хлорування.

Під час водоочищення утворюється значна кількість мулових відходів, які потребують стабілізації та утилізації. Мул стабілізують за допомогою анаеробного зброджування у метантенках або аеробної обробки. Анаеробне зброджування дозволяє отримати біогаз, що використовується як джерело енергії для роботи самої станції. Після стабілізації мул піддають механічному зневодненню за допомогою центрифугування або пресування та подальшому сушінню або компостуванню.

Комплексне застосування механічних, біологічних та фізико-хімічних методів очищення стічних вод дозволяє досягти високих показників ефективності очищення відповідно до чинних екологічних стандартів. Біологічна обробка забезпечує ефективне зниження біохімічного споживання кисню (БСК) та хімічного споживання кисню (ХСК), що свідчить про ефективне руйнування органічних забруднювачів. Фізико-хімічні методи додатково дозволяють знизити вміст залишкових важких металів та фосфатів, які є небезпечними для водних екосистем.

Утилізація мулових відходів методом анаеробного зброджування супроводжується отриманням біогазу, що використовується для генерації електричної та теплової енергії. Це сприяє зниженню енергетичної залежності очисних споруд. Використання стабілізованого мулу для компостування дозволяє виробляти органічне добриво, зменшуючи потребу в мінеральних добривах і сприяючи покращенню стану ґрунтів. Водночас підвищення контролю за вмістом важких металів у мулі є обов'язковою умовою для його подальшого використання у сільському господарстві.

Водоочищення стічних вод комунальних об'єктів і раціональна утилізація мулових відходів є ключовими елементами стратегії екологічної безпеки та сталого управління водними ресурсами. Комплексне використання сучасних технологій очищення та впровадження енергоефективних рішень дозволяють значно знизити антропогенний тиск на довкілля.

Удосконалення процесів стабілізації та утилізації мулових залишків сприяє реалізації принципів циркулярної економіки, дозволяє отримувати додаткову енергію та корисні продукти, одночасно мінімізуючи екологічні ризики. Перспективним напрямом розвитку є подальша оптимізація технологій біологічної обробки мулу, розширення застосування мембранних систем та впровадження новітніх методів контролю якості води та відходів.

Гаврилюк Е.В., студент, 4 курс, НЗ-2

Голованов Д.О., студент, 4 курс, НЗ-2

Марков М.В., студент, 4 курс, НЗ-2

Науковий керівник: Васільєва Л.А., к.б.н., доц.
Державний університет «Житомирська політехніка»

ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ТА СТІЙКІСТЬ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ МІСТА ЖИТОМИР

В умовах підвищеного антропогенного навантаження на водні ресурси міських територій є вкрай важливим оцінити якість води та стійкість водних об'єктів Житомира, що у свою чергу є необхідним для розробки стратегій екологічної безпеки та сталого розвитку регіону. Дане дослідження сприяє формуванню комплексного підходу до моніторингу, охорони та відновлення водних екосистем. Ось тому метою даної роботи було здійснити комплексне дослідження гідрографічних особливостей, дати оцінку екологічного стану та проаналізувати стійкість водних об'єктів міста Житомир для розробки актуальних заходів їх збереження та раціонального використання.

Місто Житомир – це адміністративний центр Житомирської області, Житомирської міської територіальної громади, історичний та регіональний центр Полісся. Гідрографічна мережа міста представлена річками Тетерів, Кам'янка, Лісна, Крошенка, одним водосховищем, чотирма русловими ставками, шістьма кар'єрами. Також частково збереглися невеликі русла річок Путятинки, Руденки, Коденки (міська канава), Кокаричанки (частково протікає в трубопроводі). Загальна довжина водотоків, які протікають територією громади становить близько 50 км (найбільші з них Тетерів, Кам'янка, Крошенка). Водні поверхні на території Житомирської міської територіальної громади займають площу 204,39 га.

Тетерів протікає у південній частині міста. Річка має добре зрізані, здебільшого скелясті береги з виходами на денну поверхню гнейсів та гранітів. Природний стік річки зарегульований (створено три дамби). На річці Тетерів на території Житомира розташоване Житомирське водосховище. Щодо якісного стану вод річки Тетерів, слід відмітити, що у водозаборі (259 км, питний в/з м. Житомир, р. Тетерів,) згідно даних моніторингу Басейнового управління водних ресурсів Середнього Дніпра за 2024 рік, спостерігається щомісяця перевищення вмісту заліза загального (норма 0,3 мг/дм³) – від 0,320 мг/дм³ у березні до 0,860 мг/дм³ у травні, та марганцю (норма 0,01 мг/дм³) – від 0,042 мг/дм³ у квітні до 0,168 мг/дм³ у травні-червні (лише у вересні не відмічено перевищення по даному показнику. Серед органічних показників у річці протягом року не було перевищень за виключенням БСК (норма 3 мгО₂/дм³) у листопаді – 3,2 мгО₂/дм³.

Природні водні системи, такі як річка Тетерів, мають здатність до самоочищення, що є критично важливим для збереження їхньої екологічної рівноваги. Цей процес включає різноманітні механізми: фізичні (осідання твердих частинок, розбавлення забруднюючих речовин), хімічні (окиснення та нейтралізація), і, що особливо важливо, біологічні. Водні організми (гідробіонти) відіграють ключову роль, поглинаючи забруднюючі речовини, такі як органічні залишки, важкі метали та нафтові продукти. Двостулкові моллюски є особливо ефективними у цьому процесі, оскільки вони є природними фільтраторами, здатними очищати великі об'єми води від зважених частинок, бактерій, органічних речовин та важких металів. Незважаючи на це, річка Тетерів зазнає значного антропогенного впливу внаслідок зарегулювання, створення водосховищ і ставків, надходження промислових та неочищених каналізаційних стоків, а також забруднення сміттям. Це призводить до погіршення її природної здатності до самоочищення, що обумовлює необхідність впровадження додаткових заходів, включаючи моніторинг якості води, створення буферних зон, модернізацію очисних споруд та реалізацію екологічних програм, спрямованих на підтримку екосистеми річки.

Лівою притокою Тетерева у межах міста Житомир є річка Кам'янка (довжина у межах міста – 9,4 км). У річку надходять стічні води від приватних забудов, частково береги річки містять несанкціоновані сміттєзвалища. Дослідники неодноразово зазначають про значний антропогенний вплив на річку, (наприклад, скидання недостатньо очищених або неочищених стічних вод від житлових, промислових або комунальних об'єктів)

Серед основних проблем водних ресурсів міста Житомир виділяємо забруднення промисловими та побутовими стоками, евтрофікація, урбанізаційне навантаження та порушення природного гідрологічного режиму. Щодо рекомендацій задля підвищення екологічної стійкості водних об'єктів Житомира, вважаємо ефективними вдосконалення системи водовідведення, створення буферних зон, модернізації очисних споруд та посилення екологічного моніторингу.

УДК 621.22+502.51+338.27

**Глушаниця В.С., здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
4 курсу групи ЕО-41**

**факультету гірничої справи, природокористування та будівництва
Науковий керівник:**

**Івашкіна О.Л., асистент кафедри екології та
природоохоронних технологій**

Державний університет «Житомирська політехніка», Житомир

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ: ШЛЯХИ ДО СТАЛОГО ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ

Перспективним на сьогодні вважається використання енергії малих річок, що дозволяє не лише зменшити негативний вплив на навколишнє середовище, а й забезпечити стале енергопостачання для місцевих громад. Дослідження потенціалу та напрямів розвитку гідроенергетики є дуже важливим у контексті переходу України до екологічно безпечної енергетичної системи.

Вже на сьогодні гідроелектростанції займають третє місце в енергокомплексі України, забезпечуючи близько 8% від загальної встановленої потужності. У 2005 році була оновлена стратегія розвитку гідроенергетики до 2030 року, яка передбачає: реконструкцію діючих МГЕС; пріоритетне відновлення станцій зі збереженими спорудами; відновлення об'єктів, що становлять техногенну небезпеку; будівництво нових МГЕС на існуючих водоймах. Мала гідроенергетика має низку важливих переваг, серед яких – екологічна безпека, відсутність шкідливих викидів та використання відновлюваного ресурсу – води. Сучасні МГЕС є простими в конструкції, автоматизованими та не потребують постійної присутності персоналу. Термін їх експлуатації становить щонайменше 40 років, при цьому вироблювана електроенергія відповідає державним стандартам. Малі ГЕС позбавлені багатьох недоліків, властивих великим ГЕС, таких як висока вартість передачі електроенергії та негативний вплив на довкілля, порушуючи тепловий, гідралічний та кліматичний режими місцевості.

Особливу цінність малі ГЕС мають у контексті повоєнного відновлення енергосистеми України. Завдяки розподіленому характеру, вони підвищують надійність енергопостачання, знижують втрати в мережах і здатні забезпечити енергією критичну інфраструктуру навіть у разі повного блекауту. Сукупно такі джерела енергії становлять вагомий резерв для енергетичної стабільності та незалежності країни.

Попри значний потенціал малої гідроенергетики в Україні, наразі задіяно лише близько 3% гідроенергетичних ресурсів, у той час як у таких країнах, як Австрія та Німеччина, цей показник становить близько 80%. Європейський Союз визначає гідроенергетику як важливий елемент енергетичного переходу до відновлюваних джерел енергії, а основні принципи розвитку цієї сфери в Європі базуються на:

- Відповідності екологічним стандартам (відповідно до Рамкової директиви ЄС з водної політики (2000/60/ЄС), нові та модернізовані гідроелектростанції (ГЕС) повинні враховувати екологічні аспекти та забезпечувати баланс між виробництвом електроенергії та збереженням річкових екосистем).
- Інтеграції у відновлювану енергетику (гідроелектростанції відіграють важливу роль у балансуванні енергосистеми, оскільки забезпечують стабільне постачання електроенергії та можуть компенсувати нестабільність інших відновлюваних джерел, таких як сонячна та вітрова енергія).
- Розвитку малої гідроенергетики (у багатьох країнах Європи, зокрема в Австрії, Норвегії та Швеції, активно розвивається малогабаритна гідроенергетика, яка дозволяє використовувати енергію води без значного втручання в природні екосистеми).

Щодо великих ГЕС України: зараз використовуються близько 60% гідроенергетичного потенціалу, переважно завдяки Дніпровському каскаду та іншим великим ГЕС. Цей каскад є критично важливим для стабільної роботи енергосистеми України, оскільки його водосховища забезпечують водопостачання для більшої частини країни. Дніпровські ГЕС виробляють екологічно чисту пікову електроенергію, що позитивно впливає на енергетичну систему. Реконструкція станцій підвищує їх надійність і енергетичні показники, зокрема, збільшує потужність. Також доцільним є запозичення міжнародного досвіду та поєднання гідроелектростанцій із сонячними панелями, що дозволить швидко реагувати на зміни частоти та потужності в енергетичній системі України. Це не лише продовжить ресурс роботи гідроагрегатів, а й зменшить операційні витрати та підвищить надійність енергосистеми в цілому.

Розвиток гідроенергетики в структурі паливно-енергетичного комплексу України має враховувати не лише економічну доцільність, а й потенційні еколого-економічні наслідки, адже будівництво ГЕС на рівнинних річках передбачає значні витрати через можливу потребу у створенні водосховищ, що супроводжується затопленням територій.

Серед проблем є те, що в Україні досі не прийнятий закон, що регулював би безпеку гідротехнічних споруд через їхню важливість для інфраструктури, економіки, екології та соціальної сфери. Прийняття

такого закону дозволило б ефективно регулювати безпеку гідротехнічних споруд на всіх етапах їх життєвого циклу. Натомість, діючі критерії безпеки та технічні норми є застарілими, тому необхідно розробити новий нормативний документ (ДБН), який визначить вимоги до безпеки цих споруд і стане основою для галузевих будівельних норм.

Для підвищення ефективності водокористування та зниження водоспоживання планується активне впровадження водозберігаючих технологій, замкнених циклів, заходів зі зменшення втрат води, а також відповідних технічних і законодавчих рішень. При цьому принцип комплексного використання водних ресурсів залишається ключовим підходом при будівництві ГЕС і ГАЕС у всьому світі.

Розвиток гідроенергетики в Україні має відбуватись у чітко визначених правових рамках, що передбачають:

1. Законодавче закріплення охоронного статусу особливо цінних річкових ділянок і заборону будівництва МГЕС на них.
2. Визначення ділянок, де можливе спорудження лише екологічно безпечних МГЕС (наприклад, безгреблевих), із заборonoю повного перекриття русел.
3. Планування гідроенергетичного освоєння річок з урахуванням соціально-економічного розвитку регіонів та правового статусу земель.
4. Проведення якісної оцінки впливу на довкілля або обов'язкової державної екологічної експертизи на основі наукових досліджень.
5. Регулярний моніторинг екологічного впливу діючих МГЕС.
6. Застосування заходів щодо усунення негативного впливу на довкілля, а в разі його неможливості — законодавча можливість демонтажу МГЕС.
7. Виділення земель під МГЕС на основі містобудівної документації та конкурентного доступу (наприклад, через аукціони).
8. Перевага надається екологічно безпечним технологіям, що не шкодять довкіллю, зокрема безгреблевим МГЕС природного стоку.
9. Обов'язкове обладнання малих ГЕС рибходами або іншими рибозахисними спорудами для збереження міграції місцевих видів риб.
10. Запровадження мораторію на будівництво нових МГЕС до визначення та законодавчого затвердження прийнятних екологічних критеріїв.

Реконструкція ГЕС є ключовою для підвищення енергоефективності, надійності та гнучкості енергетичної системи країни, що особливо важливо в умовах зростаючого попиту на стабільне та екологічно чисте електропостачання. Зараз активно реалізуються проекти зі збільшення кількості державних і приватних ГЕС, розвиток яких сприятиме не лише зростанню частки відновлюваних джерел у енергогенерації, але й зниженню негативного впливу на довкілля через використання викопних ресурсів. Забезпечити екологічність ГЕС можливо шляхом чіткого законодавчого регулювання, яке встановлюватиме обов'язкові екологічні стандарти, критерії допустимого впливу та механізми контролю їх дотримання, саме тому необхідно досліджувати цю тему, розробляти ефективні підходи та сприяти її подальшому розвитку на науковому, технічному й правовому рівнях. Враховуючи значний потенціал малих ГЕС та необхідність законодавчого регулювання цієї галузі, подальші дослідження екологічних аспектів їхнього будівництва та експлуатації є критично важливими для мінімізації негативного впливу на біорізноманіття та водні екосистеми. Саме тому, комплексний підхід до розвитку гідроенергетики, що поєднує економічну доцільність, екологічну відповідальність та соціальну збалансованість, є запорукою сталого енергетичного майбутнього України.

Список використаної літератури:

1. Васько П. Ф., Васько В. П., Ібрагімова М. Р. Мала гідроенергетика в структурі електроенергетичної галузі України. Відновлювана енергетика. 2015. С. 8.
2. Фаренюк Г. Г., Вайнберг О. І., Шумінський В. Д. Надійність та безпека гідротехнічних споруд дніпровського та дністровського каскадів гес. «Наука та будівництво». 2020.
3. Пацева І.Г., Герасимчук Л.О., Валерко Р.А., Сікач Т.І., Івашкіна О.Л. Концентрація важких металів у фітомасі кукурудзи. Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2024. Вип. 137. С. 544-548.
4. Пацева І.Г., Герасимчук Л.О., Валерко Р.А., Сікач Т.І., Івашкіна О.Л. Концентрація важких металів у фітомасі злакових культур. Екологічні науки. 2024. № 3(54). С. 91-94.
5. Сікач Т., Івашкіна О., Алпатова О. Екологічний підхід до планування паркінгової зони. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. 2024. Вип. 1(144). С. 110-116.
6. Пацева І.Г., Герасимчук О.Л., Сікач Т.І., Івашкіна О.Л. Формування та реалізація державної екологічної політики. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2023. Вип. 6(143). С. 60-67.

УДК 628.166

Головко В.Р., студент, 4 курс, група ЕК-13,
факультет технологій, будівництва та раціонального природокористування
Науковий керівник: Хоменко О.М., к.х.н., доц., завідувач кафедри екології
Черкаський державний технологічний університет

АНАЛІЗ ТА ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ М. СМІЛА

У місті Сміла водопостачання та водовідведення здійснюється комунальним підприємством «ВодГео» (скорочена назва КП «ВодГео»), що знаходиться у комунальній власності Смілянської міської ради та є у підпорядкуванні Департаменту міського господарства. Головною метою діяльності КП «ВодГео» є надання послуг із постачання водою для системи централізованого водопостачання міста Сміла Черкаської області. Характерною особливістю м. Сміла є низька його забезпеченість експлуатаційними запасами підземних вод, а також відсутність поверхневих джерел для питного водозабезпечення. Тому головним джерелом водопостачання міста є підземні води, а саме розвідані запаси Смілянського та Білозірського водозаборів, що знаходяться в лісовому масиві в 7 – 9 км від міста Сміла на території Білозірської селищної ради Черкаського району.

На рисунку наведено розташування свердловин № 3а, 3н, 15, 29 та 34, які складають водозбір КП «ВодГео».



Рис. 1. Розташування основних свердловин підземного Смілянського родовища КП «ВодГео»

За гідрохімічним складом води водоносного горизонту родовища відносяться до гідрокарбонатно - кальцієвого або магнієвого типу (HCO_3^- , Ca^{2+} , Mg^{2+}). За величиною мінералізації води характеризуються значенням від 0,3 до 1,6 та 2,0 г/л. За величиною водневого показника (рН) води характеризуються значенням від 6,8 до 7,6 – слабкокислі та лужні. За величиною твердості води Смілянського родовища відносяться до твердих зі значенням загальної твердості, що становить 6 – 9 мг-екв/л, та дуже твердими зі значенням загальної твердості понад 9 мг-екв/л.

Слід відзначити, що за результатами аналізу встановлено, що вода Смілянського родовища КП «ВодГео» відповідає нормативам якості за ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» за переважною більшістю показників (таблиця). Проте слід звернути увагу на вміст заліза загального, який знаходиться на межі нормативного значення $0,2 \text{ мг/дм}^3$, що може бути обумовлено загальним станом водопровідних мереж та їх застарілістю. На Смілянському водозборі працює станція знезалізнення для зменшення вмісту концентрації заліза загального у питній воді.

Також підприємством КП «ВодГео» вже активно проводиться робота по виконанню робіт щодо заміни зношених та аварійних труб на нові в рамках одержаного міжнародного гранту.

В 2024 році Смілянська міська територіальна громада одержала європейський грант на суму понад 16 млн гривень з метою модернізації та удосконалення системи водопостачання та водовідведення м. Сміла. В місті вже активно проводиться робота по виконанню робіт, а саме придбано 1000 м труб для заміни зношених та аварійних, встановлено частину нових водопровідних колодязів на мережах: <https://smil-rada.gov.ua/content/modernizuyemo-systemu-vodopostachannya>.

Таблиця 1

Дані дослідження якості питної води в м. Сміла КП «ВодГео» за березень 2025 р.

№ п/п	Показники	Одиниці виміру	Значення показника	ДСанПіН 2.2.4-171-10
1. Мікробіологічні показники				
1.	Загальне мікробне число при $t=37^{\circ}\text{C}$ – 24 год.	КУО/см ³	1	100
2.	Загальні коліформи	КУО/см ³	відсутні	відсутність
3.	E, coli	КУО/100см ³	відсутні	відсутність
4.	Ентерококи	КУО/100см ³	відсутні	відсутність
2. Органолептичні показники				
5.	Запах при 20°C та 60°C	бали	1 1	2
6.	Забарвленість	градуси	10,4	20
7.	Каламутність	Нефелометрична одиниця каламутності (НОК)	0,30	1
8.	Смак та присмак	бали	0	2
3. Фізико-хімічні показники				
9.	Водневий показник	од.рН	7,4	6,5-8,5
10.	Залізо загальне	мг/дм ³	0,11	0,2
11.	Сухий залишок	мг/дм ³	227,9	1000
4. Санітарно-токсикологічні показники				
12.	Амоній іони NH ₄ ⁺	мг/дм ³	≤0,05	0,5
13.	Нітрити NO ₂ ⁻	мг/дм ³	≤0,003	0,5
14.	Нітрати NO ₃ ⁻	мг/дм ³	3,5	50
15.	Перманганатна окиснюваність	мгО/дм ³	3,3	5,0

Оскільки в процесі хлорування на КП «ВодГео» питна вода забруднюється хлорорганічними сполуками, то одним із шляхів вирішення цієї проблеми є застосування альтернативних методів знезараження води, до яких можна віднести озонування. Озонування питної води відносять до досить ефективних та екологічно безпечних технологій очищення. Досить широко ця технологія використовується в європейських країнах під час підготовки питної води як із поверхневих, так і з підземних джерел водопостачання, що обумовлено високою окислювальною здатністю та активною знезаражувальною дією озону. В процесі знезараження питної води озон використовують на всіх етапах оброблення води, що призводить до розкладу органічних сполук у воді, освітлення води, знищення запаху та присмаку, а також зменшення вмісту побічних хлорорганічних сполук, що утворюються в процесі хлорування води. До важливих переваг оброблення води озоном відноситься зростання вмісту розчиненого кисню у воді після її обробки озоном, що надає питній воді присмаку чистої джерельної води. Також оброблення води озоном відноситься до ефективного методу вилучення з води іонів феруму та мангану. Однією з головних переваг озонування води є те, що в процесі її обробки не утворюються канцерогенні та токсичні сполуки, що призводять до онкологічних захворювань.

Горшкальова В.П.,
здобувач вищої освіти за освітнім ступенем «бакалавр»
спеціальності 101 «Екологія»
Мельник-Шамрай В.В., к.с.-г.н., доц.,
доцент кафедри екології та природоохоронних технологій
Державний університет «Житомирська політехніка»

ЛІСОВІ ЕКОСИСТЕМИ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ: СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ТА ШЛЯХИ ЗБЕРЕЖЕННЯ

Екологічна безпека в умовах кліматичних змін і воєнного стану є стратегічно важливим напрямом для сталого розвитку України. Лісові екосистеми Житомирської області відіграють ключову роль у забезпеченні екологічного балансу, підтримці вуглецевого циклу, виробленні кисню, захисті ґрунтів та збереженні біорізноманіття. Загальна площа земель лісового фонду області становить понад 1 млн гектарів, з лісистістю на рівні 33,6 %. Основу лісового покриву становлять насадження сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.), яка займає понад половину площі та забезпечує близько 70 % загального стовбурового запасу деревини. Високий рівень продуктивності підтверджується тим, що понад 52 % насаджень належать до I та II класів бонітету, що свідчить про добрий стан лісів та здатність до виконання екосистемних функцій.

У структурі біомаси лісів регіону домінує сосна звичайна, на яку припадає 61,2% загальної фітомаси, що становить 92,8 млн т., (табл. 1) Значну частку також займають береза повисла (*Betula pendula* Roth.) (14,9 %), дуб звичайний (*Quercus robur* L.) (14,5 %) і вільха клейка (*Alnus glutinosa* (L.) Gaerth.) (6,6 %). Загальний обсяг фітомаси оцінюється на рівні 151,6 млн т сухої органічної речовини, а мортмаса – понад 18,8 млн т. Найбільші запаси біомаси зосереджені в середньовікових насадженнях, що становлять 45 % площі та акумулюють близько 48 % фітомаси. Це свідчить про ефективне поновлення лісів і наявність потенціалу для довгострокового збереження екосистемної стійкості [1].

Таблиця 1

Структура фітомаси та мортмаси лісів Житомирської області за деревними видами

Деревний вид	Фітомаса, тис. т	Мортмаса, тис. т	Частка фітомаси, %	Частка мортмаси, %
Сосна звичайна	92 863,8	10 659,8	61,2	56,7
Береза повисла	22 574,6	2 061,2	14,9	11,0
Дуб звичайний	21 972,8	3 786,5	14,5	20,1
Вільха клейка	9 997,2	1 528,7	6,6	8,1
Інші види	4 213,1	769,4	2,8	4,1
Разом	151 621,5	18 805,6	100	100

Втім, в умовах повномасштабної війни лісові екосистеми України, зокрема Житомирщини, зазнали значних руйнувань. За даними Державної екологічної інспекції [2], понад 59 тис. га лісів знищено, 2,9 млн га пошкоджено, а 690 тис. га потребують розмінування. Основні причини – вибухи боєприпасів, пожежі, пересування важкої техніки, будівництво фортифікаційних споруд, неконтрольовані вирубки та забруднення хімічними речовинами [3]. Такі дії порушують гідрологічний режим, структуру ґрунтів, призводять до втрати біорізноманіття, знищення популяцій тварин і поширення шкідників. Значною загрозою є міни та снаряди, що не вибухнули, які унеможливають безпечне ведення лісового господарства.

Лісові пожежі – це небезпечне явище, яке негативно впливає на всі компоненти довкілля та спричиняє серйозні наслідки для здоров'я людини [4]. За даними ДСНС, у 2022 році в Україні зафіксовано загалом 1116 лісових пожеж, а за перші п'ять місяців 2023 року – 141 випадок. Найбільше пожеж у 2022 році сталося в Київській області – 199, Херсонській – 175, Харківській – 141, Дніпропетровській – 126, Миколаївській – 87. За п'ять місяців 2023 року найбільше випадків зафіксовано в Київській області – 57, Чернігівській – 18 та Харківській області [3, 5]. Відповідно до результатів досліджень [6] внаслідок військових дій на території України впливу зазнали 114 державних лісгосподарських підприємств, 20 агропідприємств, 14 комунальних та 12 інших лісокористувачів та власників лісів. Найбільші лісові масиви, що потрапили до зон підвищеного ризику внаслідок військових дій, знаходяться в Чернігівській (423,5 тис. га), Сумській (287,9 тис. га) та Луганській (205,1 тис. га) областях. У Житомирській, Київській, Харківській областях, а також у Чорнобильській зоні відчуження площі таких територій становлять від 126 до 165 тис. га. На території Житомирської області впливу зазнали понад 127 тис. га лісів. Це ДП

«Малинський лісгосп АПК», ДП «Народицьке СЛГ», ДП «Овруцьке СЛГ», ДП «Словечанський лісгосп АПК», ДП «Словечанський лісгосп» та ДП «Народицький лісгосп АПК». На основі досліджень [6], було створено розподіл площі та запасу вкритих лісом ділянок, які опинилися в зоні впливу військових дій (рис. 1).

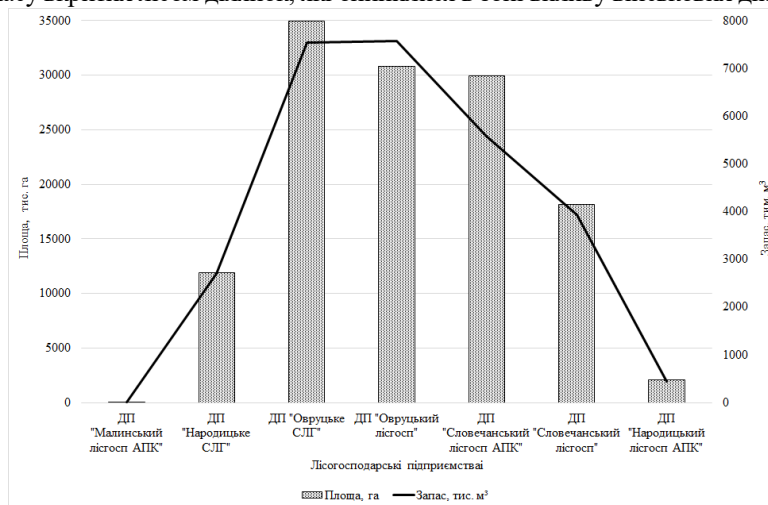


Рис. 1. Розподіл площі та запасу вкритих лісом ділянок, які опинилися в зоні впливу військових дій в Житомирській області [6]

Результати свідчать, що найбільші впливи військових дій спостерігалися в ДП «Овруцьке СЛГ» (Борутинське, Виступовицьке, Журбенське, Коптівщинське та Ситовицьке лісництво), ДП «Словечанський лісгосп АПК» (Бігунське, Гладковецьке, Овруцьке, Рокитянське, Слобідське та Словечанське лісництво) та ДП «Словечанський лісгосп» (Можарівське, Нагорянське та Тхоринське лісництво) [6]. Такі впливи військових дій на ліси в Житомирській області призвели до зменшення запасу деревини – 27802 м³, найвище зменшення зафіксовано в ДП «Овруцьке СЛГ».

У відповідь на ці виклики в Україні розроблено План післявоєнного відновлення лісів, що передбачає три етапи: визначення шкоди, очищення територій та реалізацію комплексних заходів з лісовідновлення. Основними завданнями є розмінування, санітарні та вибіркові рубки, відновлення екосистем з урахуванням типологічної структури насаджень, інвентаризація ушкоджених ділянок та розвиток інфраструктури лісового господарства. Окрему увагу приділено оцінці втрат біоресурсів, відновленню природно-заповідного фонду та впровадженню механізмів екосистемного менеджменту [7]

Таким чином, забезпечення екологічної безпеки лісових екосистем Житомирської області в умовах повоєнного періоду потребує системного підходу, міждисциплінарної співпраці, впровадження цифрових технологій моніторингу та стратегічного планування. Відновлення лісів є не лише екологічним, а й соціально-економічним пріоритетом, що впливає на якість життя населення, адаптацію до кліматичних змін і стійкість природних систем.

Список використаної літератури:

1. Василюшин Р. Д., Юрчук Ю. М. Біопродуктивність лісів Житомирської області: Екосистемні функції та біопродуктивність лісів України: регіональний аспект. Київ: ТОВ «ЦП «Компринт», 2021. С. 64–74.
2. Державна екологічна інспекція Поліського округу. Режим доступу: <https://polissyareg.dei.gov.ua/>.
3. Мельник-Шамрай В.В., Гончарук В.М., Романюк О.О. Вплив російсько-української війни на ліси України. Сучасний стан, проблеми і перспективи лісівничої освіти, науки та виробництва: матеріали IV Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (Біла Церква, 19 квітня 2024 р.). Біла Церква: БНАУ, 2024. С.169-171.
4. Пацева І., Барабаш О., Мельник-Шамрай В., Пацев І. Екологічна оцінка впливу пожеж у природних екосистемах на стан екологічної безпеки Житомирської області. Проблеми хімії та сталого розвитку. 2023. № 3. С. 59-65. <https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-3-8>
5. У Держлісагентстві розповіли, скільки лісів зазнали шкоди від війни. URL: <https://www.forester.org.ua/u-derzhlisagentstvi-rozpovily-skilky-lisiv-zaznaly-shkody-vid-vijny/> (дата звернення: 27.04.2025р.).
6. Зібцев С.В., Сошенський О.М., Голдаммер Й.Г., МIRONЮК В.В., Борсук О.А., Гуменюк В.В., Мешкова В.Л., Василюк О.В., Букша І.Ф. Лісоуправління на територіях, забруднених вибухонебезпечними предметами. WWF-Україна, 2022. 148 с.
7. Кузик А. Д., Товарянський В. І. Вплив воєнних дій на лісові екосистеми України та їх післявоєнне відновлення. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. 2023. № 27. С. 16–20.

УДК 338.43

**Дідняк А.В., здобувачка вищої освіти
третього року навчання першого (бакалаврського)
рівня вищої освіти інженерно-енергетичного факультету
Науковий керівник: Курепін В.М., к.е.н., доц.
Миколаївський національний аграрний університет**

БЕЗВІДХОДНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ВІТЧИЗНЯНОМУ СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Безвідходні технології у сучасному сільському господарстві стають дедалі актуальнішими. Засновані вони на принципах перетворення відходів на корисні продукти та раціонального використання природних ресурсів. Наприклад, у виробництві біогазу знаходять застосування органічні відходи; для створення добрив можуть використовуватися рослинні залишки. Ці технології сприяють сталому розвитку агросектору [1, с. 225], допомагають скорочувати витрати та знижувати кількість сміття на фермах.

Такі технології особливо ефективні для великих автоматизованих підприємств. Такі практики можуть інтегрувати і малі фермерські господарства. Але у той же час, на практиці, існують деякі складнощі в їх впровадженні. Щоб зробити сільське господарство більш екологічним та економічно вигідним такі питання вимагають подальшого вивчення та управлінських рішень.

Безвідходними технологіями називають раціональне використання природних ресурсів у виробництві. Зрозуміло, при впровадженні будь яких інноваційних технологій завжди виникають питання: як використовувати визначені технології; які можуть бути плюси та мінуси? На ці та інші питання ми спробуємо відповісти у своєму дослідженні.

Принцип організації виробництва, де сировину та енергію використовують у замкнутому циклі, це чітко налагоджений процес переробки, який більш практично застосовувати у великих автоматизованих підприємствах. Однак у аграрному бізнесі цей принцип також може працювати [2, с. 146]. Розглянемо дві галузі вітчизняного сільського господарства: тваринництво та рослинництво.

У тваринництві основними відходами є органічні стоки, яким складно знайти застосування у побуті. Але сьогодні у світі знаходять різноманітні методи використання відходів сільськогосподарських тварин. Зокрема, при виробництві біологічного палива, будівельних матеріалів, навіть паперу і біогазу можна використовувати коров'ячий гній. Наголошуємо, це досить складний і глибокий процес. Тому в Україні, де фермер просто є постачальником сировини, така переробка не є популярною.

Сьогодні вітчизняні тваринники можуть використовувати органічні стоки у своїх цілях. Одна з таких спроб - виробництво природних добрив [3, с. 75]. В державах Європейського Союзу Така практика дуже популярна. Там великі тваринники зацікавлені у видобутку добрив та найчастіше самі вирощують кормові культури. Варто розуміти, що фермери не використовують свіжий гній, оскільки в ньому можуть бути шкідливі речовини для рослин, гази, паразити та різні хвороби, які можуть передатися людині.

Гній переробляється, причому найчастіше природним шляхом, який штучно пришвидшується. Але в природі процес переробки гною в корисну органіку дуже довгий. Його прискорюють за рахунок спеціальних компостних хробаків, які поїдають та переробляють гній. Такий процес знешкоджує збудників хвороб та знищує насіння бур'янів. В Україні такий спосіб лише набирає обертів.

Варто наголосити, у європейських державах знаходять застосування буквально всьому [4, с. 6]. Так копита використовуються у виробництві піни для вогнегасників; коров'ячі роги переробляються на гудзики; з окремих кісток корів роблять порцеляну; з кишечника - струни для тенісних ракеток; п'р'я птахів - як наповнювачі для подушок або переробляються в корми. Закордонні робітники аграрного сектору постійно знаходять щось нове у застосуванні відходів. Вітчизняним фермерам варто замислитись над цим [5, с. 66]. Можливо, для когось це стане вирішенням проблеми, а для когось принесе додатковий дохід.

У використанні відходів сільськогосподарських культур рослинництво не пішло так далеко, як тваринництво. Наприклад, в овочівництві як добрива використовують бадилля. Але для переробки овочевих культур підходять не всі відходи. Так помідорне і картопляне бадилля найчастіше йде в багаття. А от як компост, деякі аграрії використовують огіркове бадилля, якщо на огірках до осені не було хвороб та шкідників.

Кроликів, курей і велику рогату худобу часто годують буряковим і морквяним бадиллям. Але при підготовці їх для корму варто пам'ятати про хвороби та шкідників [6, с. 282]. Бадилля цих овочів також застосовують при підготовці натуральних добрив. Так використовувати відходи можуть лише теплиці або затягі городники, які займаються вирощуванням культур багато років. Після збирання пшениці, їхні відходи використовують як корм для тварин, у виробництві підстилок для худоби, навіть як гаряче паливо. Також як корм використовуються відходи соняшнику та кукурудзи.

Використання відходів сільськогосподарських культур у такий спосіб дуже поширене, але сьогодні також існує глибока переробка, де відходам знаходять неймовірне застосування. Наприклад, волокна

оброблених відходів рослин використовують як сировину для пакувальних матеріалів. Як сировину використовують бурякове бадилля [7, с. 73], відходи від переробки качанів кукурудзи та солома зернових культур.

Отже, при впровадженні безвідходних технологій у галузі аграрного сектора видні лише плюси. По-перше - утилізація відходів, яка коштує сільськогосподарським підприємствам немалі кошти. По-друге - скорочення витрат на добрива, корми тощо, додатковий заробіток. Але переробити відходи – це завдання нелегке.

Список використаної літератури:

1. Іваненко В. С., Курепін В. М. Подолання кризових явищ у аграрній сфері за допомогою технології доповненої реальності // Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування : матеріали міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., присв. 90-річчю з дня народження професора Г. П. Жемели (м. Полтава, 30 верес. 2023 р.). Полтава : ПДАУ, 2023. С. 224-226. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/15512>.
2. Ivanenko V. Technological load on the natural environment of the Mykolaiv region: problems, solution ways. Науково-практична конференція, присвячена Всесвітньому метеорологічному дню «На варті кліматичних дій» та Всесвітньому дню водних ресурсів «Вода для миру» (м. Київ, 22-23 березня 2024 р.). Київ, 2024. С. 146-148. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/18868>.
3. Загляда А.О. Розвиток екологічно безпечного виробництва, основні напрями подальшого розвитку виробництва екологічно чистої продукції. Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових розробок у виробництво : матеріали VII міжнар. наук.-практ. конф. (м. Миколаїв, 17-18 жовтня 2024 р.) / Міністерство освіти і науки України ; Миколаївський національний аграрний університет. Миколаїв : МНАУ, 2024. С. 74-76. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/19610>.
4. Юрченко К. С., Курепін В. М. Європейська інтеграція аграрного сектору України в контексті розвитку інновацій // Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання продукції рослинництва : матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Миколаїв, 21-22 березня 2024 р.). Миколаїв : МНАУ, 2024. С. 5-8. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/17213>.
5. Курепін В. М. Іваненко В. С. Застосування цифрових технологій у сільському господарстві для досягнення цілей сталого розвитку. Modern Economics. 2024. № 47(2024). С. 62-69. DOI:[https://doi.org/10.31521/modecon.V47\(2024\)-09](https://doi.org/10.31521/modecon.V47(2024)-09).
6. Бацуровська І. В., Доценко Н. А., Курепін В. М. Інноваційні підходи підготовки інженера з харчових технологій // Світ дидактики: дидактика в сучасному світі : зб. матеріалів III міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Київ, 07-08 листопада 2023 р.). Київ : Людмила, 2024. С. 281-283. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/17105>.
7. Андрос Т.С. Біологічне землеробство: перспективи, цілеспрямовані кроки до екологічного майбутнього. Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових розробок у виробництво : матеріали VII міжнар. наук.-практ. конф. (м. Миколаїв, 17-18 жовтня 2024 р.) / Міністерство освіти і науки України ; Миколаївський національний аграрний університет. Миколаїв : МНАУ, 2024. С. 71-74. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/19609>.

ПРОБЛЕМАТИКА УПРАВЛІННЯ БУДІВЕЛЬНИМИ ВІДХОДАМИ В УМОВАХ СУЧАСНИХ ВИКЛИКІВ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Управління відходами, зокрема будівельного походження, в умовах сьогодення виступає одним із пріоритетних напрямів забезпечення сталого розвитку. Станом на нині, значна кількість країн, включно з Україною, зіштовхується з критичним дефіцитом інфраструктури для належної утилізації будівельних залишків. Це спричиняє вивезення таких відходів на загальні полігони твердих побутових відходів або сприяє виникненню стихійних сміттєзвалищ, що не лише шкодить довкіллю, а й ускладнює реалізацію принципів циркулярної економіки.

Серед системних бар'єрів – відсутність ефективної міжвідомчої координації та обмежена наявність державних стимулів, таких як субсидії, податкові пільги чи інші інструменти підтримки. Це суттєво гальмує розвиток переробної індустрії, оскільки економічна неефективність поводження з будівельними відходами знижує зацікавленість бізнесу у відповідних інвестиціях. Така ситуація унеможливорює формування замкнених виробничих циклів і гальмує екологічну трансформацію галузі.

У відповідь на зазначені виклики, сучасні стратегії управління відходами дедалі більше орієнтуються на ієрархію принципів: мінімізацію утворення, повторне використання, переробку та рекуперацію ресурсів. Це дозволяє знижувати навантаження на довкілля та підвищувати ресурсну ефективність систем. Інноваційні підходи, зокрема впровадження цифрових платформ для обміну вторинною сировиною, застосування інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), а також створення повноцінних ринків збуту перероблених матеріалів, розглядаються як перспективні напрями трансформації цієї сфери.

Особливої актуальності проблематика набуває в умовах збройних конфліктів, які супроводжуються масштабними руйнаціями. У таких випадках формується специфічна категорія – відходи руйнацій, що охоплюють широкий спектр матеріалів: уламки конструкцій, залишки військової техніки, невибухлі боеприпаси, токсичні та небезпечні речовини. В Україні ці відходи мають комплексну класифікацію – будівельні, військові, медичні, побутові – що потребує адаптованих підходів до їх ідентифікації, обліку та обробки залежно від фізико-хімічних властивостей.

Наявність значної кількості таких відходів, за відсутності ефективних інституційних механізмів управління, призводить до їх неконтрольованого накопичення та посилення екологічного навантаження, особливо в зонах активних бойових дій, де темпи утворення відходів значно перевищують можливості їх утилізації. Наслідки поводження з відходами руйнацій виходять за межі екологічного виміру, впливаючи на соціально-економічний розвиток постконфліктних територій. Зокрема, досвід країн Південно-Східної Європи (наприклад, Боснія та Герцеговина) демонструє, що військові відходи значно ускладнюють повернення земель до сільськогосподарського обігу, затримуючи процеси відновлення економіки на десятиліття. В українському контексті актуальним є питання рециклінгу матеріалів, зокрема повторного використання металевих фрагментів з уламків техніки та будівель, що може стати одним з елементів компенсації витрат на відбудову інфраструктури.

Таким чином, вирішення проблеми поводження з будівельними та руйнівними відходами потребує міждисциплінарного підходу, поєднання екологічних, економічних та соціальних критеріїв, а також врахування специфіки регіонального розвитку й умов постконфліктного відновлення.

Список використаної літератури:

1. Demchuk L., Patseva I., Nonik L., Voynalovych I. Logistics processes of destruction waste. *Journal Environmental Problems*. 2025. № 10(1). P. 13-19
2. Patseva I., Nonik L., Gnatuk B., Patsev I., Ustylenko V. Increasing the level of ecologically oriented logistics system in the waste management for territorial communities. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2024. Vol. 1415. 012131.
3. Пацева І., Нонік Л., Устименко В. Азбест у відходах руйнувань: виклики і перспективи безпечного управління відходами в умовах післявоєнної відбудови. *Проблеми хімії та сталого розвитку*. 2024. №4. С. 83-92. DOI: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-11>
4. Пацева І.Г., Нонік Л.Ю. Стратегічний аналіз передумов впровадження логістичних підходів у систему управління відходами на регіональному рівні. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. К.: Видавничий дім «Гельветика», 2024. № 2(53). С. 77-83
5. ПАЦЕВА І., НОНІК Л. (2023). Рециклінг відходів руйнації - крок до зменшення ризиків воєнного екоциду. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 2023. №3. с. 73–81. <https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-3-10>
6. Нонік Л.Ю., Пацева І.Г., Пічкур Т.В. Розроблення стратегії управління відходами руйнацій в умовах воєнного стану. *Екологічна безпека та технології захисту довкілля* №4. 2023. с. 40-47.

УДК 331.45

**Іваненко В.С., здобувачка вищої освіти
першого року навчання другого (магістерського)
рівня вищої освіти факультету менеджменту
Науковий керівник: Курепін В.М., к.е.н., доц.
Миколаївський національний аграрний університет**

УКРАЇНА, ВІЙНА, ЕКОЛОГІЯ. ЧИ ЗНАЮТЬ ГРОМАДЯНИ ЗАХІДНИХ СТРАН ПРО ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВІЙНИ

Бойові дії відбуваються у східних та південних областях України [1, с. 327], у цій місцевості близько 3 мільйонів гектарів лісу охоплені негативним впливом воєнного стану. Специфіка вищезазначеного регіону полягає у низькій лісистості, тут ліси виконують захисні функції. Їх знищення чи пошкодження безумовно позначиться на екології цих регіонів, наслідками якої буде значні ерозійні процеси, вітрова ерозія та опустелювання.

Війна забирає у нас найцінніше, вона руйнує, завдає економічних збитків, погіршує екологію та стан довкілля [2, с. 82]. На перший погляд громадянам України все відомо про вплив війни на довкілля. Але соціологічні опитування показують, що вважаючи себе обізнаними про небезпеки щодо навколишнього середовища внаслідок війни, населення, особливо місць проведення бойових дій, обмежуються інформацією, яка стосується їхньої індивідуальної безпеки (опромінення, загрози від об'єктів з НХР, можливості підірватися на міні, загрози інтоксикації через потрапляння отруйних речовин у повітря тощо). Деякі особи взагалі не нехтують інформацію та не хочуть не тільки звертати увагу на питання, пов'язані з екологічними наслідками війни [3, с. 82], але взагалі приймати її.

Але поінформованість населення дуже важлива для збереження спокою та уникнення паніки, пов'язаної із погіршенням екології. Мешканці міст, де відбуваються бойові дії мають чітко усвідомлювати алгоритм дій [4, с. 44] та правила поведінки при виникненні пожеж, радіаційної, хімічної та інших загроз сьогодення.

Враховуючи вплив негативних факторів воєнного стану на природу, навколишнє середовище не тільки в Україні, але і у світі, логічним є запитання, що ж про вплив війни на довкілля знають громадяни західних держав та наскільки взагалі активно звучить ця тема. Чи усвідомлюють пересічні європейці чи американці сформований ланцюг «війна в Україні - шкода довкіллю всього світу»?

Знайти відповіді на ці запитання не складно, треба проаналізувати інформаційне поле традиційних медіа та соціальних мереж. За допомогою ключових слів було побудоване логіку пошукових запитів, що допомогло виявити ключові теми, тренди та зв'язки у великих масивах даних. У результаті такого аналізу було встановлено, що з початку воєнної агресії у західних медіа фіксувалося близько мільйона згадок щомісяця про Україну (Польща, Велика Британія, США, Латвія, Литва, Туреччина, Франція, Німеччина, Бельгія, Австрія інші).

Згадок про війну в Україні дійсно багато (у середньому 9-10 тис. публікацій у місяць), але інформаційні публікації стосуються переважно фінансових проблем (люди, держава, бізнес). Пріоритетність проблем світової економіки, продовольча проблема, втрата інвестицій, проблема війни і миру [5, с. 38], звела на мінімум проблеми впливу негативних факторів війни на довкілля та навколишнє середовище. Тема довкілля та екології на тлі людських втрат у новинах у західних засобах інформації (ЗМІ) згадується більше епізодично і подекуди визначає не актуальність та не зацікавленість заходу щодо проблем впливу війни на довкілля в Україні.

Аналізуючи зібрану інформацію та враховуючи, що громадяни кожної країни мають свої пріоритети, від цього і зацікавленість тематикою довкілля може бути різною, ми визначили топ-теми, якими зацікавлені західні ЗМІ. У п'ятірку топ-тем відносять: війна та АЕС, пошкодження інфраструктури, енергозабезпечення [6, с. 51], забруднення через вибухи, мінування та пожежі.

Тема «війни та довкілля» згадується лише у 6,5% від усього масиву проаналізованих згадок. Перебуваючи у Польщі (м. Ополе) за програмою ERASMUS+, ми за допомогою анкетування, з'ясували у студентів природно-технічного факультету Опольського університету, якими проблемами вони зацікавлені щодо війни в Україні. З 20 студентів, які надали відповіді на питання анкети, тільки 2 студента поставили пріоритетними питання екології у своїх відповідях.

Причинами необізнаності в питаннях негативного впливу війни на екологію в Україні, кореспонденти називали не достаток інформації у польських ЗМІ з цього питання. Найбільш зацікавленими темою «довкілля та війна» виявилися кореспонденти у Франції (30%) та Британії (20%), менш всього у Туреччині (7%), Франції (5,5%), Німеччині (7,5%). Громадяни ближнього та дальнього зарубіжжя не живуть у парадигмі війни, у них свої буденні справи на місцевому та державному рівні.

Аналіз інформаційного поля розкриває динаміку згадувань про вплив війни на екологію в Україні [7, с. 270], вона залежить від наявності конкретних інформаційних приводів. Тематики «Україна-довкілля та

екологія» в українських і західних медіа була найбільшою, зокрема, після ворожого обстрілу підприємства «Сумхімпром» та витоку аміаку; захвату території Чорнобильської зони та пожежах у забруднених радіацією лісах 30 кілометрової зони; потрапляння ракети у Павлоградський хімічний завод на Дніпропетровщині, де зберігається ракетне паливо тощо.

Результати аналізу показують, що тематика війни та довкілля немає мовного бар'єру, ця тема лунає англійською, німецькою, французькою, угорською, польською та іншими мовами. Українське суспільство та влада роблять все, для того, щоб про Україну та війну на її території світ не забував. Головне завдання полягає у тому щоб нас почули, негативні наслідки війни в Україні впливають на клімат, глобальне потепління, забруднення повітря. Від стану екології (атмосферного повітря, води, ґрунтів) залежить здоров'я людини, якість та тривалість її життя.

Список використаної літератури:

1. Іваненко В. С., Курепін В. М. Вплив активних бойових дій на стан довкілля // Green Construction= Зелене будівництво : міжнар. наук.-практ. конф.. 13-14 квітня 2023, м. Київ, Київський національний університет будівництва і архітектури. 2023. С. 325-329. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/13210>.
2. Піндера М. Екологічна безпека територій у зоні бойових дій // Молодь, наука, бізнес : матеріали Всеукр. інтер.-конф. здоб.вищ.освіти і мол.учених, 5-6 жовтня 2022 р., м. Миколаїв. Миколаїв : МНАУ, 2022. С. 81-83. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/11861>.
3. Курепін В. М., Бацуровська І. В. Еколого-економічний баланс на Кінбурні: обставини заповідної території довоєнного, воєнного та поствоєнного часу (in English). Modern Economics. 2023. № 42(2023). С. 62-69. DOI: [https://doi.org/10.31521/modecon.V42\(2023\)-09](https://doi.org/10.31521/modecon.V42(2023)-09).
4. Пранович К. О. Охорона земель, інженерно-технічні заходи цивільного захисту та благоустрій територій об'єднаних громад // Інформаційно-психологічна та техногенна безпека: історичні аспекти, особливості захисту суспільства та особистості : тези доповідей за результатами тематичного «круглого столу», м. Миколаїв, 9 грудня 2022 р. Миколаїв : МНАУ, 2022. С. 43-46. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/12080>.
5. Курепін В. М., Лотарєва Д. В. Екологічні наслідки бойових дій у південних областях України // Захист водних ресурсів - Глобальні виклики, загрози опустелювання територій, міжнародні зобов'язання держав світу : тези доповідей здобувачів вищої освіти та інших учасників освітнього процесу за результатами проведеного тематичного «круглого столу» на обліково-фінансовому факультеті, м. Миколаїв, 22 березня 2023 року. Миколаїв : МНАУ, 2023. С. 37-40. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/12989>.
6. Batsurovska I., & Kurepin V. (2024). Prospects for the use of wind power plants: advantages and environmental safety. Traditions and new scientific strategies in the context of global transformation of society. Baltija Publishing, 1, 34-55. DOI:<https://doi.org/10.30525/978-9934-26-406-1-2>.
7. Курепін В. М., Іваненко В. С. Екологія та війна, погляд через минуле у майбутнє, глобальні виклики, загрози // Ekologia i racjonalne zarządzanie przyrodą: edukacja, nauka i praktyka [Zasób elektroniczny]: materiały z międzynarodowej konferencji naukowo-praktycznej (Łomża – Żytomierz, 15.11.2023 r.). Łomża : MANS w Łomży, 2023. С. 265-275. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/16200>.

УДК 504.453

Іванов М.О., студент, 4 курс, група ЕК-13,
факультет технологій, будівництва та раціонального природокористування
Науковий керівник: Хоменко О.М., к.х.н., доц., завідувач кафедри екології
Черкаський державний технологічний університет

АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Черкаська область розташована на Східноєвропейській рівнині, у басейні середньої течії Дніпра. В області досить густа річкова мережа, яку складає 181 річка. Тут також понад 650 заплавних озер і ставків, 33 водосховища. Найважливішою водною артерією є р. Дніпро, в яку в межах області вливаються притоки Рось, Вільшанка, Тясмин та ін. Річки, що пересікають західну частину Черкащини – Гірський Тікич і Гнилий Тікич, - належать до басейну Південного Бугу. Постійний моніторинг за станом водних об'єктів області в межах повноважень здійснюють Регіональний офіс водних ресурсів у Черкаській області, Черкаський обласний центр з гідрометеорології, Державна установа «Черкаський обласний центр контролю та профілактики хвороб Міністерства охорони здоров'я України», Державна екологічна інспекція Центрального округу у визначених контрольних створах. Інтегровану оцінку якості поверхневих вод здійснено за чотирма біологічними показниками якості: фітопланктон, мікрофітобентос, макрозбентос, макрофіти.

Для класифікації екологічного стану масиву поверхневих вод використовують п'ять класів, а саме: 1 клас, що відповідає екологічному стану «відмінний»; 2 клас – відповідає екологічному стану «добрий»; 3 клас – відповідає екологічному стану «середній»; 4 клас – відповідає екологічному стану «поганий»; 5 клас – відповідає екологічному стану «дуже поганий» (таблиця 1).

Таблиця 1

Параметри класифікації та представлення екологічного стану

Відмінний (high)	Немає або дуже незначні відхилення від умов недоторканного стану (референційних умов)
Добрий (good)	Незначні відхилення від референційних умов
Середній (moderate)	Помірні відхилення від референційних умов
Поганий (poor)	Значні відхилення від референційних умов
Дуже поганий (bad)	Сильні відхилення від референційних умов

У басейні р. Дніпро (суббасейн Середнього Дніпра) на території Черкаської області проведено діагностичний моніторинг на 5-ти водних об'єктах у 7 пунктах (табл. 2).

Таблиця 2

Екологічний стан водних об'єктів басейну Дніпра за біологічними елементами якості

Назва водного об'єкту	Назва пункту моніторингу	Клас екологічного стану
Кременчуцьке вдсх.	0,5 км нижче м. Канів	3 клас (середній)
Кременчуцьке вдсх.	678 км, с. Сокирно, питний водозабір м. Черкаси	3 клас (середній)
р. Рось (Корсунь-Шевченківське вдсх.)	64 км, м. Корсунь-Шевченківський, питний водозабір	3 клас (середній)
р. Росава	3 км, с. Гамарня, Канівський район (вплив річки Росава)	2 клас (добрий)
р. Вільшанка	у межах с. Мліїв	2 клас (добрий)
р. Тясмин (Кам'янське вдсх.)	120 км, м. Кам'янка	2 клас (добрий)
р. Тясмин	9 км, м. Чигирин, КП „Чигирин“	2 клас (добрий)

Отже, за результатами моніторингу за біологічними елементами якості водні об'єкти басейну р. Дніпро можна віднести до 2 та 3 класу якості, що характеризуються незначними та помірними відхиленнями від референційних умов.

УДК 502.131.1

**Іванюк Р.О., здобувач освітньо-наукового ступеня «доктор філософії»
спеціальності 101 «Екологія»**

**Мельник-Шамрай В.В., к.с.-г.н., доц.
доцент кафедри екології та природоохоронних технологій
Державний університет «Житомирська політехніка»**

ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА ЕКОСИСТЕМНІ ПОСЛУГИ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ

Екосистемні послуги лісів – це всі користі та вигоди, які суспільство може отримати від лісових екосистем. Вони поділяються на кілька основних категорій [1]: регулюючі (очищення повітря, регулювання клімату, захист від ерозії ґрунтів та інші); забезпечувальні (деревина, ягоди, гриби, дикі звірі, лікарські рослини); підтримуючі (збереження біологічного різноманіття, підтримка кругообігу та інше) та культурні (туризм, відпочинок, просвіта та ін.). Отже, лісові екосистеми виконують життєво важливі функції для екологічної стабільності та здоров'я населення.

Російська військова агресія створює серйозні загрози для лісових ресурсів України. Через обстріли, мінування, вибухи боєприпасів, хаотичну заготівлю деревини для військових цілей і спорудження фортифікаційних укріплень окупаційними силами порушується цілісність і стійкість лісових екосистем [2]. Внаслідок такого негативного впливу на лісові екосистеми екосистемні послуги можуть знижуватися, або взагалі можуть бути втраченими.

Лісові пожежі, забруднення водойм і ґрунтів, вибухи та пов'язані з ними руйнування, а також кислотні дощі спричиняють серйозне порушення екосистемної рівноваги, що негативно впливає на ряд екосистемних послуг. Так, за перші 2 місяці війни [3] було понад 2036 лісових пожеж, що охопили площу понад 1 млн 72 тис. га. Такі втрати лісових масивів сприятимуть створенню більш посушливих та вітряних умов, а також підвищать середньорічні температури. Як наслідок, суспільство не зможе користуватися рядом підтримуючих та регулюючих екосистемних послуг, які забезпечували ліси.

Ліси широко використовуються населенням для відпочинку, туризму, досліджень, а також мають історичне та духовне значення. Внаслідок повномасштабної війни в Україні значна частина лісів зазнала мінування. Так, результати досліджень [3] свідчать, що 114 державних лісгосподарських підприємств, 20 агропідприємств, 14 комунальних та 12 інших лісокористувачів та власників лісів потрапили під вплив військових дій. Наприклад, в Чернігівській області потенційно можуть бути забрудненими вибухонебезпечними предметами – 249570,8 га лісів. Такі території стають зонами підвищеного ризику, що робить неможливим відвідування лісів та парки та обмежує можливість отримання культурних екосистемних послуг. Варто відмітити, що на забруднених вибухонебезпечними предметами територіях лісах господарська діяльність припиняється або обмежується, і як наслідок стає недоступним отримання послуг забезпечення – деревини, грибів, ягід та лікувальної сировини.

Всі ми на постійній основі користуємося рядом екосистемних послуг лісових екосистем і навіть не замислюємося про це. Звичайно, військові дії найбільше позначаються для прямих споживачів екосистемних послуг, які використовували ці послуги як додатковий дохід (збір грибів та ягід з подальшим їх продажем та інше). Також значних збитків зазнають рекреаційні підприємства півдня нашої країни. Так, багато рекреаційних зон знаходяться в зоні бойових дій або окупації, руйнування інфраструктури, зниження потоку туристів та забруднення довкілля.

Порушення екосистем можуть бути незворотними або потребувати десятиліть для відновлення. Відновлення екосистемних послуг лісів потребує розмінування, рекультивациі, лісовідновлення та моніторингу. Проте, попри замінування, дерева й надалі продукують кисень, джмелі запилюють квітучі рослини, а під лісовим наметом зберігається волога й прохолода.

Список використаної літератури:

1. Іванюк Р.О., Скоковський М.В., Дмитренко С.А., Мельник-Шамрай В.В. Екосистемні послуги лісових екосистем. Тези Всеукраїнської наукової конференції здобувачів вищої освіти та молодих учених "Екологічна безпека та раціональне природокористування", 14 листопада 2024 року. Житомир : Житомирська політехніка, 2024. С. 38
2. Мельник-Шамрай В.В., Гончарук В.М., Романюк О.О. Вплив російсько-української війни на ліси України. Сучасний стан, проблеми і перспективи лісівничої освіти, науки та виробництва: матеріали IV Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (Біла Церква, 19 квітня 2024 р.). Біла Церква: БНАУ, 2024. С. 169-171.
3. Зібцев С.В., Сошенський О.М., Голдаммер Й.Г., Миронюк В.В., Борсук О.А., Гуменюк В.В., Мешкова В.Л., Василюк О.В., Букша І.Ф. Лісоуправління на територіях, забруднених вибухонебезпечними предметами. WWF-Україна, 2022. 148 с.

**Кондрич К.А., студентка IV курсу,
спеціальності 101 Екологія,
Навчально-науковий інститут хімії та екології
Науковий керівник: Роман Л.Ю.,
к.х.н., доц., доцент кафедри
екології та охорони навколишнього середовища
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»**

ОЦІНКА ВПЛИВУ ВИКИДІВ АВТОТРАНСПОРТУ НА ЯКІСТЬ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ М. УЖГОРОД

Якість атмосферного повітря є невід'ємною складовою у підтриманні здорового способу життя населення. Проте інтенсивний розвиток міських середовищ призводить до скупчення автомобільного транспорту, що створює передумови погіршення якості повітряного середовища урбанізованих територій вихлопними газами, які є результатом роботи двигунів. У відпрацьованих газах міститься значна кількість компонентів, що мають токсичну дію та загрозливо впливають на здоров'я населення, особливо густонаселених міст.

Мета дослідження: оцінка впливу викидів різних транспортних засобів на якість повітря міста Ужгород (на прикладі розрахунку концентрації карбон(II) оксиду).

Місто Ужгород Закарпатської області є найменшим за площею обласним центром України [1]. Його площа становить всього 40 км². Воно є транскордонним та безпосередньо межує з Словаччиною. Таким чином, погіршення якості повітря у місті можливе декількома шляхами; по-перше, безпосередні викиди забруднювальних речовин (вихлопні гази), по-друге, прорив газів у картер й викид шкідливих речовин внаслідок випаровування палива у паливних баках чи карбюраторах; і по-третє, внаслідок можливого аварійного витоку палива (випаровування).

Для дослідження обрано вулиці міста, де спостерігається найбільший транспортний потік: вулиця Минайська, проспект Свободи, площа Корятовича та парк Боздоський (контроль). Методом спостереження зафіксовано, що в межах міста за добу на окремих ділянках проїжджає від 34584 до 36648 різних транспортних засобів, а за годину 1441 – 1527, на контрольній території - у 3 рази менше.

Розрахованим методом встановлено, що концентрація СО на досліджуваних ділянках становить 66,2 – 68,5 дм³ (табл. 1.), та значно менше у рекреаційній зоні міста – парку Боздоський.

Таблиця 1

Розрахований об'єм викидів карбон(II) оксиду автотранспортом м. Ужгород

Досліджувані ділянки м. Ужгород	Об'єм СО, дм ³	Значення ГДК, см ³ /м ³	Об'єм повітря для розбавлення, дм ³
вулиця Минайська	66,2	3,00	2175
проспект Свободи	67,1	3,00	2274
площа Корятовича	68,5	3,00	2838
парк Боздоський	21,2	3,00	782

Найменша концентрація карбон(II)оксиду викидається в атмосферу за швидкості автомобіля в межах 70-75 км/год. Із зменшенням швидкості до меж 0-30 км/год концентрація СО у викидах збільшується у 2,2 рази. Із підвищенням швидкості до 80 км/год – вміст СО зростає у 3,7 рази. Враховуючи правила дорожнього руху, відповідно до яких у населених пунктах максимально можлива швидкість автомобіля 50 км/год, а у житлових кварталах – 20 км/год очевидним є загрозливі викиди СО.

Відзначимо, що основними причинами підвищеного забруднення повітряного басейну міста Ужгород є продукти неповного згорання палива двигунів, що спостерігається під час змінного режиму руху різних транспортних засобів, часті зупинки, скупчення автотранспорту на перехрестях, тощо. Найбільш небезпечними є забруднювальні речовини: метан формальдегід, діоксид сульфуру, пил, оксиди нітрогену, оксиди карбону.

Рівень забруднення повітря міста Ужгород характеризується як підвищений. Індекс забруднення атмосферного повітря (ІЗА) за останні п'ять років складав 5,99-6,21.

Вирішення екологічних проблем, спричинених забрудненням атмосферного повітря автотранспортом у м. Ужгород потребує екосистемного підходу: комплексно здійснювати заходи, які базуватимуться на пріоритетних цілях та екологічного моніторингу факторів ризику.

**Корінчук А.О., здобувач вищої освіти
освітнього ступеня «бакалавр»
спеціальності 101 «Екологія»**

**Науковий керівник: Можарівська І.А.,
к.с.-г.н., доцент кафедри здоров'я природи
та якості харчових ресурсів**

Державний університет «Житомирська політехніка»

ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ЛІСОВИХ ТЕРИТОРІЙ, ЯКІ ЗАЗНАЛИ ВОЄННИХ ДІЙ

Ліс є важливим природним ресурсом, що використовується для отримання деревини, харчової та технічної сировини, а також соціально значущої й екологічної продукції. Попри руйнівний антропогенний вплив, ліси залишаються осередками біорізноманіття рослинного і тваринного світу, водночас створюючи сприятливе психологічне середовище для людини. На жаль, сучасний тиск з боку людської діяльності часто заважає, а іноді й повністю порушує природне функціонування лісових екосистем. Таким чином, людина, не усвідомлюючи цього, знищує лісовий фонд, що в результаті погіршує умови її власного існування на Землі. Одним із ключових напрямів збереження лісів є пошук альтернативних джерел деревинної сировини шляхом більш раціональної хіміко-механічної переробки, застосування заміників, а також комплексного використання всіх складових деревини — листя, гілок, кори, стружки, тирси, коріння тощо [1].

Для того щоб зберегти лісові території у після воєнний період потрібно скоротити використання паперу до мінімуму, де це можливо: обирати електронний документообіг, відмовлятися від друкованих чеків і квитків, замінити паперові рушники на багаторазові тканинні, віддавати перевагу електронним версіям журналів і книг, користуватись багаторазовими чашками замість одноразових паперових, а замість паперових щоденників і блокнотів вводити нотатки у цифровому форматі. Висадка нових дерев є важливим етапом відновлення лісів, що постраждали внаслідок військових дій, пожеж, землетрусів, повеней та інших природних катастроф. Лісовідновлювальні заходи також проводяться після вирубки лісу, спричиненої людською діяльністю — наприклад, у результаті роботи гірничодобувних підприємств, археологічних розкопок чи будівництва. У цьому контексті лісовідновлення виступає як ефективний інструмент боротьби зі знелісненням та способом покращення загального стану довкілля [2]. Очевидно, що повна відмова від лісозаготівлі неможлива. Лісові господарства мають отримувати повноцінне фінансування з державного бюджету, а лісівник повинен бути насамперед захисником лісу, а не зосереджуватись на прибутку від його вирубки [3]. Для підвищення безпеки лісів у воєнний та післявоєнний період науковці пропонують створити програму довгострокового моніторингу пошкоджених територій, використовуючи польові інвентаризації там, де це можливо. Крім того, важливим кроком до підвищення рівня безпеки є впровадження політики відновлення лісів, орієнтованої на пожежобезпечність.

Отже, ми пропонуємо під час відновлення лісових територій активно підтримувати та зміцнювати співпрацю з міжнародними організаціями, що займаються лісами, екологічними громадськими організаціями, науковими установами та іншими зацікавленими сторонами. Це дозволить реалізовувати проекти та заходи, спрямовані на отримання додаткової підтримки для відновлення та зміцнення сталого управління лісами в Україні.

Список використаної літератури:

1. Можарівська І. А., Кравчук-Ободзінська Т. В., Устименко В. І., Ковальова С. П.. Вплив бойових дій на стан ґрунтового покриву. Науковий журнал "Екологічна безпека та технології захисту довкілля" 2025. №7. С. 21-27.
2. Мельник-Шамрай В.В., Гончарук В.М., Романюк О.О. Вплив російсько-української війни на ліси України. Сучасний стан, проблеми і перспективи лісівничої освіти, науки та виробництва: матеріали IV Міжнародної науковопрактичної інтернет-конференції (Біла Церква, 19 квітня 2024 р.). Біла Церква: БНАУ, 2024. С.169-171.
3. Корінчук А.О., Можарівська І.А. Збереження та відновлення лісових територій, які зазнали військових дій. Тези Всеукраїнської наукової конференції здобувачів вищої освіти та молодих учених "Екологічна безпека та раціональне природокористування", 14 листопада 2024 року. Житомир: Житомирська політехніка, 2024. С. 21.

Крижановська Я.П., Ph.D., асистент

Гомеля М.Д., д.т.н., проф

Макаренко І.М., к.т.н., с.н.с.

Дудка Д.С., студентка 4 курсу

Інженерно-хімічного факультету

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ОТРИМАННЯ ОКИСЛЕНИХ СПОЛУК ХЛОРУ ЕЛЕКТРОХІМІЧНИМ МЕТОДОМ

Дефіцит ресурсів прісних вод в Україні останнім часом компенсується використанням артезіанських вод, поверхневих вод та шахтних вод із підвищеною мінералізацією. Використання таких вод в комунальних господарствах, промисловості можливе лише після її опріснення. Головним методом опріснення таких вод є зворотній осмос та нанофільтрування. Застосування баромембранних методів в значній мірі обмежується складністю переробки та утилізації концентратів, що утворюються при очищенні води.

Враховуючи великі об'єми відходів розчинів хлориду натрію в Україні та дефіцит реагентів для знезараження води, дезінфекції інших середовищ, відбілювання целюлози, паперу, тканини, доцільним є використання даних відходів для отримання активного хлору, гіпохлориту натрію тощо. При переробці відпрацьованих розчинів процесів знесолення води, насамперед, стоїть задача максимально повного вилучення хлориду натрію з води з отриманням корисних речовин і тому дотримуватись умов класичних процесів отримання сполук окисленого хлору просто неможливо. Крім того, при зниженні вмісту хлоридів у воді, вихід за струмом окислених сполук хлору суттєво знижується. Тому, нами були вивчені процеси окислення хлоридів у двокамерному електролізері з використанням дифузійної, аніонної (МА-41) та катіонної (МК-40) мембран. Для запобігання значним втратам хлору у вигляді Cl_2 та ClO_2 при дегазації використовували герметичний електролізер. З анодної камери відводили окислені сполуки хлору, з катодної камери відводили водень [4,5].

При використанні катіонної мембрани паралельно із активним хлором в анодній камері отримували розчин лугу в катодній камері.

Метою роботи було визначення умов електрохімічного отримання активного хлору та гіпохлориту натрію в електролізері при забезпеченні ефективного видалення хлоридів з води при високому значенні виходу за струмом окислених продуктів хлору з отриманням концентрованих розчинів гіпохлориту натрію. Електроліз проводили з використанням розчинів хлориду натрію концентрацією 150 – 200 г/дм³. Як дифузійну мембрану використовували ультрафільтраційну мембрану УМП-20. В даному випадку катодна і анодна камери були заповнені розчином NaCl. Електроліз проводили при щільності струму 4,17 – 12,5 А/дм². Періодично в процесі електролізу вимірювали в робочому розчині концентрацію хлоридів та сполук окисленого хлору, в абсорбері – концентрацію сполук окисленого хлору. Абсорбер заповнено 100 см³ 20%-го розчину NaOH.

В ході проведення експериментального дослідження було визначено, що використання мембрани запобігало змішуванню розчинів з активним хлором з католітом, насиченим воднем. При цьому, і катодні і анодні камери були заповнені розчинами хлориду натрію, концентрацією 150 та 200 г/дм³. З катодної камери відводили в ємність водень, який накопичувався, витісняючи воду з мірного циліндра. Активний хлор поглинали 20 %-вим розчином NaOH (100 см³), розміщеному в мірній колбі (абсорбері). Періодично вимірювали концентрацію активного хлору в абсорбері та аноліті, вміст хлоридів в електроліті. Результати приведені на рис. 1.

Як видно з рисунку 1, активний хлор накопичується в електроліті та абсорбері. При щільності струму 4,17 А/дм² за 6 годин в електроліті концентрація активного хлору досягла 340 мг-екв/дм³, в абсорбері - 224 мг-екв/дм³. Вихід за струмом активного хлору в цілому сягав ~ 70 %. Концентрація хлоридів знизилась з 2480 мг-екв/дм³ до 1870 мг-екв/дм³. При цьому загальна кількість хлоридів знижувалась на 159 мг-екв/дм³. Кількість синтезованого активного хлору сягала 110 мг-екв/дм³. Очевидно, значна кількість активного хлору виділяється із воднем з католіту, що призводить до його значних втрат.

Недоліком процесу є дегазація хлору з католіту, який можна уловлювати розчином лугу, та висока мінералізація отриманого гіпохлориту натрію через значний залишковий вміст хлориду натрію.

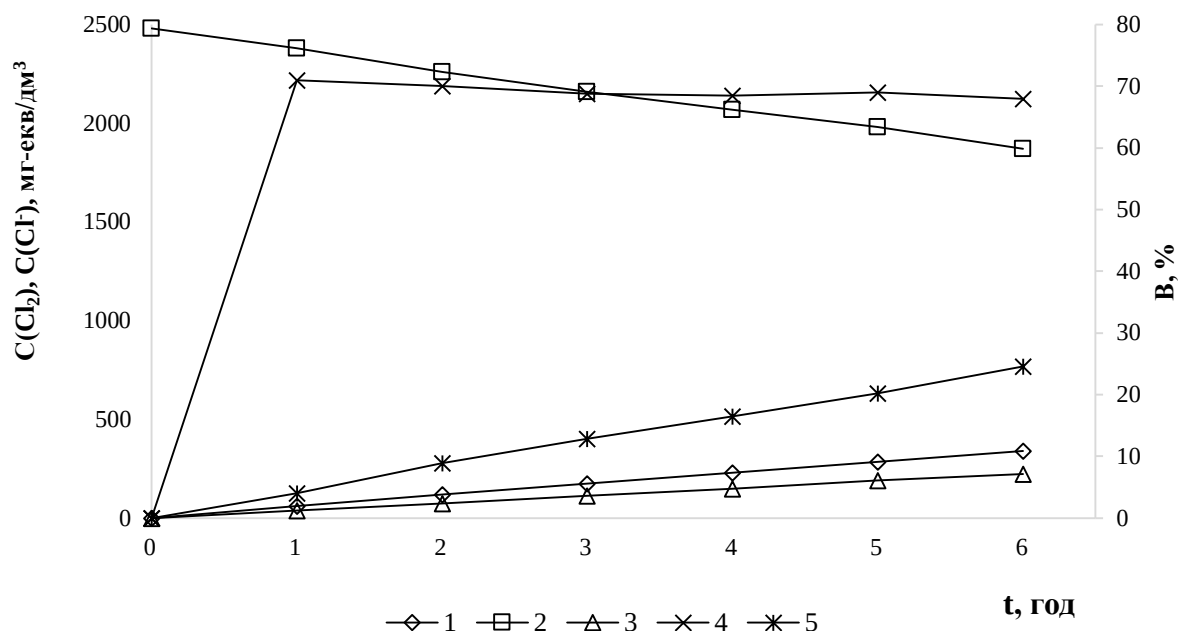


Рис. 1. Залежність концентрації активного хлору (1), хлоридів (2) в аноліті, активного хлору в абсорбері (3), виходу за струмом активного хлору (4), ступеню видалення хлоридів (5) від часу електролізу розчину хлориду натрію ($C(\text{NaCl})=150 \text{ г/дм}^3$) в двокамерному електролізері (мембрана УПМ-20) при щільності струму $j=4,17 \text{ А/дм}^2$ ($\text{pH} = 7,0$)

В результаті проведення експериментальних досліджень, при використанні дифузійної мембрани УПМ, визначено, що активний хлор накопичується в електроліті та абсорбері. Встановлено, що вихід за струмом активного хлору в цілому сягав $\sim 70 \%$. При цьому загальна кількість хлоридів знижувалась. Кількість синтезованого активного хлору сягала 110 мг-екв/дм^3 . Очевидно, значна кількість активного хлору виділяється із воднем з католіту, що призводить до його значних втрат.

При проведенні експериментального дослідження можна стверджувати, що при використанні двокамерних електролізерів з дифузійною мембраною, головна маса окислених сполук хлору концентрувалась в аноліті та католіті. Тому, більш перспективним є використання двокамерного електролізера з катіонною мембраною.

Список використаної літератури:

1. Сорокіна К. Б. Підвищення ефективності технології виробництва і використання гіпохлориту натрію в системах водної інженерії // Publishing House "Baltija Publishing". 2020.
2. Бабаджанова О. Ф., Тарнавський А. Б. Застосування гіпохлориту натрію на фільтрувальних станціях // Матеріали XVI Міжнародної науково-методичної конференції «Безпека життя і діяльності людини – освіта, наука, практика», м. Львів, 2018. С. 147–148.
3. Крижановська Я. П., Гомеля М. Д. Концентрування розчинів хлориду натрію при переробці концентратів зворотньоосмотичного опріснення води // Вісник Національного технічного університету України «КПІ ім. Ігоря Сікорського». Серія «Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження». 2023. № 3(23). С. 85–93.
4. Мартинюк Я. П., Гомеля М. Д., Радовенчик Я. В. Переробка розчинів хлористого натрію з отриманням хлоридів алюмінію // Щоквартальний науково-практичний журнал. Харків : НТУ «ХП», 2017. № 4. С. 66.
5. Ставицький Е. А., Рудько Г. І., Яковлев Є. О. Стратегія використання ресурсів питних природних вод для водопостачання : у 2 т. Чернівці : Букрек, 2011. Т. 2. С. 323–368.

Курелюк М.Б.,
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»
Науковий керівник: Фомічова О.В., к.х.н., доц., доцент кафедри ТЗБП,
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗМЕНШЕННЯ ВПЛИВУ ГАЛЬВАНІЧНИХ ВІДХОДІВ НА КОМПОНЕНТИ ДОВКІЛЛЯ

Гальванічне виробництво характеризується значним рівнем забруднення навколишнього середовища. Особливу загрозу становлять сполуки важких металів, що входять до складу гальванічних відходів. Вони є потенційними забруднювачами повітря, ґрунтів та водних об'єктів. Ці сполуки проявляють токсичну дію на організм людини, спричиняючи отруєння і довготривалі порушення здоров'я. У зв'язку з цим, питання ефективного очищення стічних вод, утилізації гальваношламів і запобігання атмосферним викидам є надзвичайно актуальними для підприємств різних галузей.

Найбільший екологічний вплив гальванічне виробництво справляє на водні ресурси. В умовах того, що переважна більшість вітчизняних підприємств оснащена застарілим обладнанням, а системи очищення не здатні ефективно нейтралізувати обсяги утворених відходів, виникає серйозна загроза для довкілля. Разом із технологічними стоками втрачається від 50 до 70% кольорових металів та 80–95% кислот і лугів. Ці речовини безперешкодно потрапляють у навколишнє середовище — повітря, ґрунт, водні об'єкти — та можуть спричинити токсичну дію на живі організми. Найбільше забруднення спостерігається саме у поверхневих водах, що є критично важливими для екосистем та водозабезпечення.

Залежно від режиму скидання, стічні води гальванічного виробництва поділяють на дві основні категорії: ті, що надходять безперервно — це промивні води, які утворюються після обробки деталей у проточних ваннах, та періодичні скиди — з непроточних ванн, що містять відпрацьовані концентровані електроліти та розчини.

Однією з найгостріших екологічних проблем гальванічного виробництва сьогодні є утилізація шламів, що утворюються в процесі очищення стічних вод. Складність поводження з такими відходами зумовлена низкою специфічних властивостей, а саме:

- високий рівень вологості (до 90–95%);
- складна багатокомпонентна структура;
- варіативність хімічного складу залежно від типу та інтенсивності виробничих процесів;
- значний об'єм утворених відходів;
- нестійкість деяких сполук, що призводить до зміни характеристик шламу з часом.

До основних складових гальванічних шламів належать: гідроксиди, сульфідні, ферити, сульфати, карбонати та фосфати важких металів, а також сполуки заліза, кальцію, алюмінію та магнію.

Для видалення зважених речовин із води найчастіше застосовують методи, що базуються на фізичних процесах, зокрема гравітаційному осадженні, флотації та адгезії. Для очищення води від колоїдних частинок і високомолекулярних сполук ефективною є коагуляція. Органічні забруднення зазвичай усувають за допомогою сорбційних матеріалів або шляхом нанофільтрації. Щодо розчинених неорганічних сполук (електролітів), то їх вилучають шляхом переведення важких металів у малорозчинні форми за допомогою реагентного методу або методів мембранного знесолення, таких як зворотний осмос чи електродіаліз.

Очищення стічних вод гальванічного виробництва можна класифікувати за типом технології та обладнання наступним чином:

- механічні / фізичні методи (осадження, фільтрація, випаровування);
- хімічні методи (реагентна обробка);
- коагуляційно-флотаційні (флотація, флокуляція, коагуляція);
- електрохімічні (електрофлотація, електродіаліз, електроліз);
- сорбційні (використання сорбентів, іонообмінні фільтри);
- мембранні (ультрафільтрація, нанофільтрація, зворотний осмос);
- біологічні методи.

Застарілі технології — механічні, фізичні та деякі хімічні — мають обмежену ефективність, тому вони майже не використовуються в розвинених країнах. У разі їх застосування доцільно комбінувати щонайменше три методи в одній технологічній схемі для досягнення прийнятного рівня очищення. Сучасні підходи орієнтуються на більш ефективні методи — електрохімічні, мембранні та сорбційні, які можуть працювати як окремо, так і в комплексі.

Електрохімічні технології мають низку переваг: спрощене конструктивне виконання обладнання, легка автоматизація процесів, зменшення площі, необхідної для очисних споруд, можливість очищення без попереднього розведення стічних вод, зниження концентрації солей і зменшення утворення осадів. Електрокоагуляція (гальванокоагуляція), хоча й вважається морально застарілою технологією, все ще застосовується, зокрема на підприємствах машинобудівної та металообробної галузей, особливо для обробки хромовмісних стічних вод із високим вмістом іонів Cr^{6+} .

Дослідження показали, що до процесів очищення стічних вод висувуються такі основні вимоги:

- запобігання утворенню вторинного забруднення;
- забезпечення низького вмісту солей у воді після очищення, що дозволяє її повторне використання у технологічних процесах;
- мінімізація обсягів та кількості утворених відходів, а також забезпечення їхньої хімічної стабільності;
- раціональне споживання реагентів та електроенергії;
- можливість вилучення та повторного використання хімічних речовин, таких як кислоти, луги та метали;
- скорочення безповоротних втрат цінних компонентів до мінімуму.

Для вдосконалення технологічної схеми очищення стічних вод гальванічного цеху необхідно впровадження комбінованої схеми, яка передбачає на окремих етапах процесу відновлення шестивалентного хрому та проведення як грубої, так і тонкої очистки забруднюючих речовин. Аналіз літературних джерел та порівняння різних методів очищення показує, що найбільш ефективними з точки зору результативності та економічної вигоди є електрохімічні методи.

Незважаючи на численні переваги електрофлотатора, він не може бути використаний в технології очищення стічних вод як єдиний метод, оскільки в промивних водах гальванічних виробництв найтоксичнішим є шестивалентний хром, який не усувається електрофлотатором. Для цього необхідно провести відновлення Cr^{6+} до Cr^{3+} (зміна кольору з жовто-оранжевого на зелений), а потім здійснити реакцію перетворення хрому в гідроксид, який осідає. Відмовитись від відновлення хрому неможливо, оскільки шестивалентний хром не утворює гідроксиду. Тому перед процесом електрофлотації необхідно провести реагентне відновлення шестивалентного хрому.

Пропонується універсальний метод відновлення, який дозволяє здійснювати реакцію без суворого контролю рН, використовуючи семиводний сульфат заліза $\text{FeSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$ (будь-якої чистоти, у тому числі технічного). Шестивалентний хром (Cr^{6+}) в стічних водах є токсичним і не утворює гідроксидів, які можуть осідати. Тому для того, щоб перетворити хром на менш токсичну форму, його відновлюють до тривалентного стану (Cr^{3+}). Для цього використовують відновник, такий як сульфат заліза ($\text{FeSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$). Процес відновлення полягає в тому, що сульфат заліза взаємодіє з шестивалентним хромом і відновлює його до тривалентного стану. В результаті утворюється гідроксид хрому ($\text{Cr}(\text{OH})_3$), який осідає, дозволяючи його відокремлення від води. Необхідно здійснювати контроль рН, оскільки надмірний лужний склад може призвести до розчинення утвореного гідроксиду. Тому часто рекомендується контролювати рН води під час процесу.

Метод підходить для різних умов і може бути використаний для відновлення хрому в широкому діапазоні концентрацій. Не вимагає строгого контролю рН: За допомогою сульфату заліза відновлення відбувається ефективно навіть без жорсткого контролю рН. Використання сульфату заліза (особливо технічного) є економічно вигідним варіантом.

Семиводний сульфат заліза ($\text{FeSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$) може бути використаний у різних чистотах, включаючи технічний, що дозволяє знижувати витрати на реагенти. Алгоритм відновлення хрому:

1. Введення сульфату заліза у стічні води.
2. Реакція відновлення Cr^{6+} до Cr^{3+} .
3. Перетворення Cr^{3+} у гідроксид, який осідає.
4. Очищення води від осадів за допомогою фільтрації або інших методів осадження.

Цей метод є ефективним для очищення стічних вод від хрому і може бути використаний в комплексі з іншими методами очищення для досягнення кращих результатів.

Для зменшення негативного впливу гальванічного виробництва на довкілля необхідно впроваджувати сучасні методи знезараження забруднюючих речовин, переходити на безвідходні або маловідходні технології, а також розробляти енергоефективні системи очищення. Важливою умовою досягнення екологічної безпеки є створення замкнених систем ресурсообігу та впровадження вискоелективного очисного обладнання.

Результати цих досліджень можуть бути використані у подальших дослідженнях впливу гальванічного виробництва на навколишнє середовище та при розробці схем очистки гальваностоків.

Курилок М., студентка 4 курсу, ТЗ-21-1 група, ІНГП
Фомічова О.В., к.х.н., доц.

*Кафедра технології захисту навколишнього середовища та безпеки праці
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

ОЦІНКА ВПЛИВУ ГАЛЬВАНІЧНИХ ВІДХОДІВ НА ДОВКІЛЛЯ

Проблема гальванічних відходів є одним з найскладніших екологічних викликів сучасного промислового виробництва. Формування цих надзвичайно небезпечних техногенних утворень відбувається в різних галузях промисловості, зокрема в машинобудуванні, електроніці, автомобілебудуванні та приладобудуванні, де широко застосовуються процеси гальванічної обробки металів. Хімічна природа гальванічних відходів являє собою надзвичайно складну систему токсичних речовин. До їх складу входять важкі метали (хром, нікель, цинк, кадмій), кислоти, луки, ціаніди та інші агресивні хімічні сполуки. Кожен з цих компонентів має унікальні хімічні властивості та особливий механізм впливу на навколишнє середовище. Зокрема, сполуки хрому можуть перебувати у двох формах: шестивалентній (Cr^{6+}), яка є надзвичайно токсичною, та тривалентній (Cr^{3+}), що має менш деструктивний вплив на живі організми.

Наукові дослідження розкривають багатоступеневий механізм негативного впливу гальванічних відходів на екосистеми. Потрапляючи в ґрунт або водойми, важкі метали запускають складні хімічні та біологічні процеси, які призводять до глибоких деструктивних змін. Вони здатні акумулюватися в ґрунтових шарах, порушувати біохімічні процеси мікроорганізмів, накопичуватися в живих організмах та включатися в трофічні ланцюги, що становить серйозну загрозу для всієї екосистеми. Методологія дослідження гальванічних відходів є надзвичайно складною та багатоаспектною. Вона включає комплекс взаємопов'язаних наукових підходів, серед яких провідне місце посідають фізико-хімічний та біологічний аналіз. Фізико-хімічні методи дослідження передбачають використання найсучасніших інструментальних методик: спектральні дослідження, хромато-мас-спектрометрію, рентгенофлуоресцентну спектроскопію, атомно-абсорбційний аналіз. Біологічні дослідження включають глибокий аналіз впливу токсичних речовин на живі організми через біотестування, вивчення мутагенних ефектів та оцінку впливу на репродуктивні системи. Технологічні рішення з утилізації гальванічних відходів базуються на фундаментальних принципах максимального вилучення корисних компонентів, мінімізації екологічних ризиків та забезпечення економічної доцільності процесів переробки. Сучасні підходи включають широкий спектр методів: хімічні (нейтралізація агресивних середовищ, хімічне осадження важких металів, окиснення та відновлення токсичних сполук), фізико-хімічні (іонообмінне вилучення металів, електрохімічне осадження, мембранна фільтрація, сорбційні технології) та біотехнологічні методи (біосорбція важких металів, використання спеціалізованих мікроорганізмів, фіторе mediaція). Особливо перспективним напрямком є розвиток мембранних технологій. Нанofільтрація та зворотний осмос дозволяють практично повністю видаляти іони важких металів, створюючи унікальну можливість повторного використання очищеної води у виробничих циклах. Такі технології забезпечують надзвичайно високий ступінь очищення (до 99%), можливість регенерації розчинів, зниження водоспоживання та мінімізацію утворення вторинних відходів. Економічна модель утилізації гальванічних відходів базується на інноваційному принципі "відходи як ресурс". Вилучені метали можуть бути повторно використані у виробництві, що створює замкнутий виробничий цикл. Дослідження показують, що ефективна переробка дозволяє повертати до 80% міді, 75% нікелю, 65% хрому та 55% цинку, що має значний економічний ефект для промислових підприємств.

Біотехнологічні методи набувають дедалі більшого значення в процесах утилізації гальванічних відходів. Спеціально адаптовані штами бактерій здатні не лише акумулювати важкі метали, але й перетворювати токсичні сполуки на менш шкідливі, беручи активну участь у процесах біоремедіації забруднених середовищ. Це відкриває принципово нові можливості для екологічно чистих технологій переробки промислових відходів. Перспективи розвитку технологій утилізації гальванічних відходів пов'язані з впровадженням штучного інтелекту та машинного навчання. Інтелектуальні системи можуть здійснювати аналіз складу відходів у режимі реального часу, прогнозувати потенційні екологічні ризики, оптимізувати технологічні процеси переробки та підвищувати загальну ефективність утилізації.

Міжнародне співробітництво створює необхідне підґрунтя для глобального вирішення проблеми гальванічних відходів. Ключові напрямки включають уніфікацію екологічних стандартів, обмін технологіями, проведення спільних наукових досліджень та гармонізацію законодавчих норм у сфері поводження з промисловими відходами.

Комплексний підхід до управління гальванічними відходами є критично важливим для забезпечення екологічної безпеки та сталого промислового розвитку. Поєднання фундаментальних наукових досліджень, інноваційних технологічних рішень та економічної доцільності дозволяє трансформувати проблему утилізації в ефективний механізм ресурсозбереження та охорони навколишнього середовища.

Линник Д., студентка 4 курсу, ЕКО-21-1 група,
факультет природничих наук
Грицуляк Г.М., д.с.-г.н., доц.

*Кафедра технології захисту навколишнього середовища та безпеки праці
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

ВИКОРИСТАННЯ БІОАДСОРБЕНТІВ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ

Вода є одним із найважливіших природних ресурсів, необхідних для життя людини та функціонування екосистем. Проте зростання темпів урбанізації, розвиток промисловості та інтенсивне сільське господарство призвели до суттєвого забруднення водних об'єктів органічними речовинами, важкими металами, нафтовими продуктами та синтетичними барвниками. Таке забруднення не лише порушує природний баланс водойм, але й створює загрози для здоров'я людини та стабільності довкілля. Існуючі технології очищення води, зокрема коагуляція, хімічне осадження, іонний обмін і мембранні процеси, хоча й ефективні, часто вимагають значних економічних витрат, споживають багато енергії та можуть супроводжуватися утворенням великої кількості вторинних відходів. У цьому контексті виникає потреба у пошуку більш екологічно безпечних, економічно виправданих і стійких до змін умов середовища рішень для очищення води. Одним із перспективних напрямів розвитку сучасних технологій очищення є використання біоадсорбентів – природних або модифікованих біологічних матеріалів, здатних ефективно поглинати широкий спектр забруднювачів із водних середовищ. Біоадсорбенти мають ряд переваг: вони доступні, відновлювані, дешеві у виробництві, біорозкладні та забезпечують високу адсорбційну здатність завдяки наявності активних функціональних груп на поверхні. Розвиток технологій застосування біоадсорбентів дозволяє реалізувати концепцію сталого розвитку, сприяє мінімізації антропогенного навантаження на довкілля та створює нові можливості для ефективного управління водними ресурсами. Для дослідження можливостей застосування біоадсорбентів були розглянуті різні види природних матеріалів, зокрема тирса, лушпиння соняшника, шкаралупа горіхів, солома, торф, водорості та біополімери (хітин, хітозан). Попередня обробка біоадсорбентів включала механічне подрібнення, промивання, сушіння, а в деяких випадках – хімічну активацію кислотами або лугами для підвищення кількості активних центрів на поверхні. Основними механізмами поглинання забруднювачів біоадсорбентами є фізична адсорбція (ван-дер-ваальсівські сили), хімічна сорбція (ковалентне зв'язування), іонний обмін, комплексоутворення та осадження. Значну роль у процесі адсорбції відіграють функціональні групи, наявні на поверхні біоадсорбентів: карбоксильні ($-\text{COOH}$), гідроксильні ($-\text{OH}$), амінні ($-\text{NH}_2$) та сульфатні ($-\text{SO}_3\text{H}$). Дослідження проводились у модельних розчинах, які містили іони важких металів (Pb^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+}) та органічні барвники (метиленовий синій, малахітовий зелений). Проведені дослідження показали високу ефективність застосування біоадсорбентів для видалення різноманітних забруднювачів із водних розчинів. Природні матеріали, такі як шкаралупа кокосового горіха, лушпиння соняшника, тирса та торф, продемонстрували здатність активно поглинати важкі метали (Pb^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+}) та органічні барвники з модельних водних середовищ. Було встановлено, що шкаралупа кокосового горіха після карбонізації забезпечує видалення понад 90% іонів свинцю з води при оптимальних умовах (pH 5, температура 25 °C). Лушпиння соняшника показало добрі результати у видаленні кадмію, тоді як тирса виявила ефективність щодо сорбції барвників, таких як метиленовий синій. Торф завдяки високому вмісту функціональних груп карбоксильного і фенольного типу ефективно адсорбував як іони важких металів, так і органічні забруднювачі. Крім того, модифікація природних біоадсорбентів кислотною або лужною обробкою сприяла значному підвищенню їх сорбційної здатності. Хімічна активація збільшувала площу активної поверхні та кількість доступних функціональних груп, що приводило до підвищення ефективності очищення на 20–30% у порівнянні з немодифікованими матеріалами. Експерименти також показали, що використані біоадсорбенти можуть бути відновлені шляхом промивання слабкими кислотними або сольовими розчинами, при цьому зберігаючи до 70–80% своєї початкової адсорбційної здатності після одного циклу регенерації. Це свідчить про перспективність багаторазового використання біоадсорбентів, що додатково підвищує економічну ефективність таких технологій. Отримані результати підтверджують доцільність і ефективність застосування біоадсорбентів як альтернативи традиційним методам очищення води, особливо у випадках локального забруднення важкими металами та органічними речовинами. Використання біоадсорбентів для очищення води є перспективною альтернативою традиційним методам, оскільки дозволяє ефективно видаляти широкий спектр забруднювачів за невисоких витрат. Біоадсорбенти мають низку переваг, серед яких доступність, екологічна безпечність, можливість регенерації та відсутність утворення токсичних вторинних відходів. Подальший розвиток технологій має бути спрямований на оптимізацію процесів підготовки біоадсорбентів, пошук ефективних методів модифікації їх поверхні для підвищення адсорбційної ємності, а також масштабування технологій для реального застосування у промисловості та водопостачанні. У перспективі впровадження біоадсорбентів сприятиме реалізації концепцій циркулярної економіки та сталого управління водними ресурсами.

**Літвінчук О.В., студент 3 курсу,
спеціальності «Гідротехнічне будівництво,
водна інженерія та водні технології»
Науковий керівник: Козішкурт С.М., к.т.н., доц.
Національний університет водного господарства
та природокористування, м. Рівне**

ПРИРОДООРІЄНТОВАНІ РІШЕННЯ ДЛЯ СТАЛОГО УПРАВЛІННЯ ВОДНИМИ РЕСУРСАМИ

Водні ресурси зазнають зростаючого антропогенного тиску, що пов'язаний із демографічним зростанням, урбанізацією, розвитком промисловості та інтенсифікацією сільськогосподарської діяльності. Це спричиняє низку негативних змін у стані водних екосистем, серед яких особливо гостро постає проблема їхнього забруднення. Забруднення суттєво погіршує якість прісної води, зменшуючи її придатність до використання, а також порушує функціональну цілісність водних екосистем, знижуючи їхню стійкість і здатність забезпечувати ключові екосистемні послуги.

Залежно від джерел надходження забруднювальних речовин, забруднення класифікується на точкове та дифузне. Точковими джерелами виступають локалізовані викиди – зокрема, скиди неочищених або недостатньо очищених стічних вод із промислових підприємств, комунальних систем водовідведення, а також аварійні викиди небезпечних речовин. Дифузне забруднення є менш контрольованим, охоплює значні території й виникає внаслідок поверхневого змиву із сільськогосподарських угідь (добрива, пестициди), урбанізованих зон (нафтопродукти, важкі метали, завислі речовини), а також атмосферного осідання полутантів.

Наслідки забруднення водних ресурсів мають системний характер: вони включають зниження біорізноманіття, порушення трофічних ланцюгів, погіршення санітарно-гігієнічного стану води, зростання ризиків для здоров'я населення, а також економічні втрати у сферах водопостачання, сільського господарства, рибного господарства та туризму. Відтак забезпечення належної якості води та екологічної цілісності водних екосистем є критично важливою умовою сталого розвитку, що потребує інтегрованих підходів.

У відповідь на ці виклики дедалі більшого значення набувають природоорієнтовані рішення (ПОР, англ. *Nature-Based Solutions*, NBS) – підходи, що імітують або відновлюють природні екосистеми задля вирішення екологічних, соціальних та економічних проблем. Вони виступають ефективною альтернативою або доповненням до традиційної «сірої» інфраструктури, забезпечуючи багатофункціональність, екологічну стійкість і взаємодію з природою, а не протиставлення їй.

Важливо зазначити, що проблема управління водними ресурсами ускладнюється під впливом глобальних кліматичних змін. Зміни в режимах опадів, зростання частоти та інтенсивності екстремальних погодних явищ, зокрема повеней і посух, посилюють наявні проблеми забруднення, змінюють гідрологічні режими та створюють додаткові виклики для забезпечення сталого водокористування. У цьому контексті природоорієнтовані рішення набувають особливої актуальності, оскільки здатні не лише зменшувати забруднення та покращувати якість води, а й підвищувати стійкість водних екосистем до негативних наслідків зміни клімату, виступаючи ефективними заходами адаптації.

Забезпечення належної якості води та екологічної цілісності водних екосистем є ключовим елементом досягнення Цілей сталого розвитку, визначених Організацією Об'єднаних Націй. Зокрема, впровадження природоорієнтованих рішень безпосередньо сприяє досягненню ЦСР 6 «Чиста вода та санітарія», що передбачає забезпечення загального доступу до безпечної та доступної води, покращення її якості та ефективне використання водних ресурсів. Крім того, ПОР відіграють важливу роль у досягненні ЦСР 15 «Збереження екосистем суші», оскільки здорові водні екосистеми є невід'ємною частиною наземних екосистем, а їхнє відновлення і захист сприяють збереженню біорізноманіття.

Природоорієнтовані рішення базуються на використанні екосистемних послуг, які забезпечує природа: природна фільтрація води, утримання вологи в ґрунтах, регулювання клімату тощо. До ключових принципів ПОР належать:

- використання природних процесів;
- адаптивність і гнучкість до змін навколишнього середовища;
- економічна ефективність у довгостроковій перспективі;
- активна участь громади та зацікавлених сторін;
- забезпечення екологічної стійкості.

При проектуванні ПОР для управління водними ресурсами важливими є такі принципи екологічної інженерії:

- створення умов, що стимулюють природні процеси відновлення та самопідтримання екосистем з мінімальним антропогенним втручанням (наприклад, проектування водно-болотних угідь, де природні гідрологічні режими й біологічні процеси забезпечують ефективне очищення води);
- максимальне використання природних джерел енергії, таких як сонячна радіація та гравітація, що дозволяє знизити залежність від штучних енергоресурсів і скоротити їхній екологічний слід (наприклад, гравітаційне транспортування води в каскаді біоінженерних ставків для очищення стічних вод);
- залучення місцевих ресурсів і традиційних екологічних знань, що сприяє створенню економічно вигідних, екологічно прийнятних і соціально адаптованих рішень;
- гармонійна інтеграція ПОР у навколишній ландшафт з урахуванням його особливостей для підвищення естетичної цінності території та підтримки біорізноманіття;
- впровадження гнучкого підходу до управління, який передбачає систематичний моніторинг ефективності ПОР та своєчасне внесення коректив на основі отриманих даних.

Ефективність природоорієнтованих рішень ґрунтується на здатності імітувати та підсилювати природні механізми, що відбуваються у здорових водних екосистемах. Застосування ПОР дозволяє не лише зменшити антропогенний тиск на водні об'єкти, але й підвищити їхню стійкість до змін клімату та інших зовнішніх впливів.

Однією з ключових переваг ПОР є їхня здатність впливати на різні стадії гідрологічного циклу, забезпечуючи комплексний ефект. Зокрема, природоорієнтовані рішення можуть ефективно діяти на всіх етапах водного циклу:

- покращення інфільтрації дощових вод у ґрунт;
- регулювання поверхневого стоку води;
- зменшення ерозії ґрунтів та запобігання змиву забруднюючих речовин;
- підвищення якості води через природну фільтрацію ґрунтом та рослинністю;
- відновлення та збереження цінних водно-болотних угідь та природних річкових екосистем.

Порівняно з традиційними інженерними підходами, природоорієнтовані рішення вирізняються нижчими витратами на утримання, високою енергоефективністю та створенням естетично привабливого середовища для рекреації й покращення здоров'я населення.

Наведемо приклади ефективних природоорієнтованих рішень.

Для очищення міських стічних вод доцільно створювати штучні водно-болотні угіддя, що імітують природні системи очищення, використовуючи комплекс фізико-хімічних та біологічних процесів.

Для ефективного управління дощовим стоком у міських умовах необхідно впроваджувати зелені дахи, дощові сади, водопроникні тротуари та біосмути, які затримують, фільтрують і поступово відводять дощову воду, зменшуючи ризик підтоплення та покращуючи якість стоку.

Для сільськогосподарських територій важливим є створення захисних лісосмуг вздовж водотоків, буферних зон та впровадження алейного землеробства. Ці заходи сприятимуть зменшенню надходження добрив та пестицидів у водні об'єкти та запобіганню ерозії ґрунтів.

Для промислових об'єктів рекомендується передбачати інтегроване застосування ПОР у поєднанні з традиційними фізико-хімічними методами очищення для досягнення максимальної ефективності.

Впровадження природоорієнтованих рішень є перспективним та екологічно обґрунтованим шляхом до сталого управління водними ресурсами та досягнення екологічної рівноваги. Їхня ефективність значною мірою залежить від дотримання низки ключових умов, серед яких:

- інтегрований підхід, що передбачає комплексний аналіз гідрологічних, кліматичних, геоморфологічних та соціально-економічних особливостей кожної території для розробки адаптованих рішень;
- міждисциплінарна співпраця між екологами, інженерами, урбаністами, органами влади, бізнесом та громадськістю для забезпечення довготривалості та суспільного визнання впроваджених рішень;
- постійний моніторинг та оцінка ефективності впроваджених ПОР з метою виявлення слабких місць та адаптивного управління у відповідь на зміни навколишнього середовища;
- освітня та інформаційна підтримка населення для підвищення екологічної обізнаності, інформування про переваги ПОР та залучення громади до їхньої реалізації та підтримки.

Окрім значних екологічних переваг, природоорієнтовані рішення несуть вагомий соціально-економічний вигоди, включаючи покращення громадського здоров'я, підвищення якості життя у містах, створення нових «зелених» робочих місць та зниження економічних втрат від стихійних лих та забруднення.

Природоорієнтовані рішення є не лише екологічно доцільним, а й стратегічно необхідним інструментом сталого управління водними ресурсами. Їхнє широке впровадження, за умови дотримання ключових принципів і міжсекторальної взаємодії, відкриває шлях до формування здорового довкілля, сталого розвитку економіки та підвищення добробуту суспільства. Інтеграція ПОР у державну політику, регіональні стратегії та місцеві ініціативи є запорукою ефективного вирішення актуальних проблем водного сектору та досягнення гармонійного співіснування людини й природи.

УДК 631.01

**Лотарева Д.В., здобувачка вищої освіти
третього року навчання першого (бакалаврського)
рівня вищої освіти інженерно-енергетичного факультету
Науковий керівник: Курепін В.М., к.е.н., доц.
Миколаївський національний аграрний університет**

МАЛОВІДХОДНІ ТА БЕЗВІДХОДНІ ТЕХНОЛОГІЇ ШЛЯХ ДО СТАЛОГО МАЙБУТНЬОГО

На сьогодні збереження природних ресурсів та турбота про екологію є одним із важливих завдань. Особливо важливо це у сільському господарстві, де використання природних ресурсів має бути не лише продуктивним, а й безпечним для довкілля. Вирішити проблему можуть безвідходні технології. Ідея безвідходного аграрного сектору, це використання всіх відходів з користю, перетворення їх на ресурси.

Прикладом цього може бути використання для добрива ґрунту залишків рослин після збирання врожаю, для виробництва біогазу - органічних відходів. Це заощадження коштів на купівлю хімічних добрив та палива, зменшення кількості сміття, покращення якості ґрунту тощо. Органічні добрива знижують необхідність використання шкідливих хімікатів, підвищують врожайність [1, с. 44].

Завдяки безвідходним технологіям зберігаються природні ресурси для майбутніх поколінь, покращується якість продукції, знижується негативний вплив на навколишнє середовище. Маловідходне виробництво є проміжним етапом у безвідходних технологіях. Це виробництво, чий вплив на екологію не перевищує санітарних нормативів [2, с. 35]. Можна вважати, що безвідходне виробництво перерозподіляє ресурси найбільше раціонально в замкнутій системі. Фахівці та науковці намагаються вирішити питання відходів та відповісти на питання, чи можна повністю обійтися без відходів?

Створити виробництво, яке взагалі не залишає після себе відходів, неможливо, бо це суперечить законам фізики (закон термодинаміки). Хоча замкнуту систему створити в теорії можна, зробити її ізольованою - ні. Будь-яка система обмінюється з довкіллям теплотою. У такій ситуації буде коректнішим використовувати поняття «маловідходне виробництво», у якого мають бути критерії та показники безвідходності.

Модель безвідходності підприємства, на нашу думку, повинна виглядати наступним чином - сума маси допоміжної сировини та вихідної, поділена на масу готового продукту. Безвідходне виробництво можна вважати, якщо матеріальний індекс виробництва дорівнює одиниці. Це значення дозволяє проаналізувати, наскільки підприємство близько безвідходного [3, с. 146].

Підприємствам слід дотримуватися принципів безвідходного виробництва, таких як: а) циклічні потоки - передбачає наявність циклу, яким проганяється сировина, енергія для його переробки; б) вплив на довкілля повинен бути мінімальний - ґрунтується саме визначення безвідходних технологій; в) підхід у системі - зменшення відходів з огляду на регіональну промисловість; г) раціональний підхід - оптимізація повинна відбуватися з погляду найбільшої економії енергетичних, фінансових, матеріальних благ; д) комплексна реалізація ресурсів - максимальна реалізація енергії, сировини, у тому числі всі компоненти ресурсів на різних циклах роботи.

Безвідходні технології вимагають реалізації технічних аспектів, яких важливо дотримуватись:

- інтеграція безперервних операцій - дозволяє ефективніше застосовувати електроенергію, ресурси;
- автоматичний стан усіх процесів для підприємства;
- запровадження енерготехнологічних методів;
- оптимальне збільшення потужності апаратів.

Сфера застосування безвідходних та маловідходних технологій реалізується практично у кожній галузі аграрного сектору [4, с. 80]. Однак найважливіше це зробити з тими галузями, які завдають найбільшої екологічної шкоди. Така галузь, як тваринництво має змогу максимально наблизитися до поняття безвідходна технологія. Сміття, яке виробляється сільське господарство, найчастіше є органічним, тому переробити його можна значно простіше навіть без заміни технологій. Продукти життєдіяльності худоби, рослинні залишки вже давно на деяких аграрних підприємствах перенаправляються на виробництво біогазу. Заощаджувати також можна завдяки експлуатації альтернативних джерел енергії.

Термічні маніпуляції (спалювання) з рідким та твердим паливом призводять до утворення шкідливих продуктів. Необхідна мінімізація таких процесів за рахунок більш екологічних та ефективних. Важливо очищати газоподібні викиди від оксидів азоту, сірки. Їх потрапляння в атмосферу може призвести до кислотних дощів [5, с. 110]. А після очищення такі речовини можна відправити на виготовлення сірчаної, азотної кислот тощо. Попіл можна переробити для випуску будматеріалів для будівництва сільськогосподарських приміщень, будівель тощо.

Безвідходна технологія не тільки захищає довкілля від шкідливого впливу підприємств, а й дозволяє отримувати більший прибуток. Для реалізації цієї технології необхідно поетапно змінювати підприємство

[6, с. 75]. Одним із етапів є перехід до вторинної переробки відходів. Замість знешкодження сміття його утилізують та передають іншим підприємствам для повторного обігу. Більшість сміття з'являється на етапі виготовлення готової продукції. Щоб знизити ціну та дотриматися екологічних принципів, потрібно налагодити випуск напівфабрикатів, які надалі стають основою для виготовлення готових товарів.

Через закупівлю дешевших ресурсів зменшують власну ціну на товар. Зрозуміло, переходячи на обладнання вітчизняних виробників замість іноземних. Задля конкурентоспроможності на ринку зменшують шкоду від підприємства [7, с. 85]. Для цього оптимізацію реалізують або заздалегідь, або вимушено, коли під загрозою нерентабельність. Розробка нових технологій, методів виробництва дозволить поліпшити якість продукції, зменшити кількість відходів. Важливо постійно оновлювати технічні рішення, щоби виробництво оптимізувалося. Товари, які списані з основного продажу через не досягнення необхідних характеристик, перероблюються чи виправляються. Їх можна надалі реалізовувати на продаж чи іншому етапі виготовлення.

Нажаль рівень попиту на сільськогосподарську продукцію залежно від сезону змінюється. В деяких випадках це призводить до фінансових втрат. Тому треба знаходити нові місця для збуту продукції. Це допоможе уникнути не тільки збитків, а й зайвих відходів, якими могли б стати незатребувані товари.

Отже, перехід до безвідходних технологій має певний пласт проблем. Таке пов'язано з протиріччям, що виникають між зменшенням продуктів утилізації та збереженням колишнього рівня продуктивності організації. Крім цього, виникає низка інших труднощів: економічні показники знижуються на нових етапах переходу; низку відходів переробити неможливо; підприємствам потрібно реалізувати низку функцій, щоб урегулювати утилізацію.

Список використаної літератури:

1. Курепін В. М., Іваненко В.С. Використання озоноруйнівних речовин та їх вплив на довкілля // Обліково-аналітичне і фінансове забезпечення діяльності суб'єктів господарювання: національні, глобалізаційні, євроінтеграційні аспекти : матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 16-17 листопада 2022 р., Миколаїв. Миколаїв : МНАУ, 2022. – С. 42 – 45. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/11954>.
2. Орешко К. Ф. Кліматично нейтральні малі та середні бізнес-компанії: уникнути, зменшити, компенсувати. Екологія, природокористування та охорона навколишнього середовища: прикладні аспекти : матеріали VII всеукраїнської науково-практичної заочної конференції (м. Київ, 17 травня 2024 р.). Київ : МДУ, 2024. С. 34-37. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/18296>.
3. Ivanenko V. Technological load on the natural environment of the Mykolaiv region: problems, solution ways. Науково-практична конференція, присвячена Всесвітньому метеорологічному дню «На варті кліматичних дій» та Всесвітньому дню водних ресурсів «Вода для миру» (м. Київ, 22-23 березня 2024 р.). Київ, 2024. С. 146-148. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/18868>.
4. Курепін В.М. Марченко Д.Д. Сучасні технології захисту навколишнього середовища від впливу сонячних електростанцій. Modern Economics. 2024. № 44(2024). С. 79-84. DOI:[https://doi.org/10.31521/modecon.V44\(2024\)-13](https://doi.org/10.31521/modecon.V44(2024)-13).
5. Lysak, N., Skorodumova, O., Chernukha, A., & Kurepin, V. (2024). Effect of h3po4 and phenol additives on gel formation in silica fire retardant coatings for building materials. Defect and Diffusion Forum, 437, 103–113. <https://doi.org/10.4028/p-uvjat0>.
6. Загляда А.О. Розвиток екологічно безпечного виробництва, основні напрями подальшого розвитку виробництва екологічно чистої продукції. Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових розробок у виробництво : матеріали VII міжнар. наук.-практ. конф. (м. Миколаїв, 17-18 жовтня 2024 р.) / Міністерство освіти і науки України ; Миколаївський національний аграрний університет. Миколаїв : МНАУ, 2024. С. 74-76. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/19610>.
7. Курепін В. М. Екологічна безпека регіонів через впровадження безпечних ресурсозберігаючих технологій. Продовольча безпека України в умовах війни і післявоєнного відновлення: глобальні та національні виміри. Міжнародний форум = Food security of Ukraine in the conditions of the war and post-war recovery: global and national dimensions. International forum : доповіді учасників міжнародної науково-практичної конференції (м. Миколаїв, 30-31 травня 2024 р.) / Міністерство освіти і науки України ; Миколаївський національний аграрний університет. Миколаїв : МНАУ, 2024. С. 84-87. DOI:<https://doi.org/10.31521/978-617-7149-78-0-26>.

**Майструк О.В., студент АГР-1 м,
ф-т гірничої справи, природокористування та будівництва
Науковий керівник: Ключевич М.М., д.с.-г.н., професор,
завідувач кафедри здоров'я природи та якості харчових ресурсів,
Державний університет «Житомирська політехніка»**

ЗАХИСТ ЗЕРНОВОЇ ПРОДУКЦІЇ ВІД ШКІДНИКІВ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ

Зернове виробництво є однією з ключових галузей агропромислового комплексу, що забезпечує продовольчу безпеку країни та має значний експортний потенціал. Однак, отримання високих врожаїв є лише першим кроком у цьому процесі. Не менш важливим, а в багатьох аспектах і критично значущим, є етап зберігання зібраного зерна. Зберігання зерна є критично важливим етапом в агропромисловому комплексі, оскільки правильні умови зберігання допомагають зберегти якість продукції, запобігти втратам і забезпечити стабільність продовольчої безпеки.

Пшениця та кукурудза займають провідні позиції серед сільськогосподарських культур у світі, і їх належне зберігання є ключовим для підтримки продовольчої безпеки та економічної стабільності [1-4].

Неправильне зберігання призводить до значних втрат зерна через вплив шкідників (комах, гризунів), плісняви, самозігрівання, проростання та інших біологічних і фізичних процесів. Ці втрати можуть сягати значних обсягів, нівелюючи зусилля, витрачені на вирощування врожаю, та завдаючи значних економічних збитків сільськогосподарським виробникам та державі в цілому.

Зерно є складним органічним продуктом, якість якого визначається цілим комплексом показників, таких як вологість, температура, вміст білка, клейковини, крохмалю, жирність та інші. Неправильні умови зберігання можуть призвести до погіршення цих показників, втрати харчової цінності, розвитку токсичних речовин (мікотоксинів) та зниження технологічних властивостей зерна, що робить його непридатним для подальшої переробки та споживання. Високий рівень вологості сприяє розвитку мікроорганізмів і шкідників, що може призвести до псування зерна. Для пшениці оптимальний рівень вологості становить 12-14%, тоді як для кукурудзи він може бути трохи вищим — до 15%. Температурний режим також має велике значення для збереження якості зерна. Зниження температури зменшує активність мікроорганізмів і шкідників. Оптимальна температура для зберігання зерна коливається в межах 10-15°C [3].

Силоси є одними з найефективніших способів зберігання зерна. Вони забезпечують захист від вологи та шкідників, а також дозволяють підтримувати стабільну температуру і вологість. Силоси можуть бути виготовлені з металу, бетону або пластику.

Ефективна система зберігання дозволяє регулювати надходження зерна на ринок протягом року, запобігаючи сезонним коливанням цін та забезпечуючи безперебійне постачання сировини для харчової промисловості та тваринництва. Наявність достатніх запасів якісного зерна є запорукою продовольчої безпеки країни та її конкурентоздатності на міжнародному ринку.

Інвестиції в сучасні технології зберігання зерна, хоча й вимагають початкових витрат, є економічно виправданими в довгостроковій перспективі. Зменшення втрат, збереження якості та можливість вигідного продажу зерна в оптимальний час сприяють підвищенню рентабельності агровиробництва та зміцненню економіки країни.

Сучасні технології зберігання зерна включають різноманітні методи та обладнання, спрямовані на створення оптимальних умов для довготривалого збереження врожаю. Це включає контроль температури та вологості, вентиляцію, захист від шкідників та хвороб, використання герметичних сховищ та сучасних систем моніторингу. Впровадження цих технологій вимагає кваліфікованих кадрів, наукового підходу та державної підтримки.

Шкідники, такі як довгоносики, кліщі, молі та інші, можуть суттєво пошкодити запаси зерна, що призводить до зниження його якості. Використання інсектицидів є ефективним методом боротьби з шкідниками [2-5].

Отже, правильне зберігання пшениці та кукурудзи є критично важливим для забезпечення якості продукції, запобігання втратам та підтримки продовольчої безпеки. Дотримання оптимальних умов зберігання, таких як контроль вологості, температури та вентиляції, а також застосування сучасних методів захисту від шкідників, дозволяє зберігати зерно в належному стані впродовж тривалого часу.

Метою даного дослідження було визначення ефективності захисту зерна пшениці озимої та кукурудзи від шкідників під час зберігання. Дослідження проводили в ТОВ «Сожем Україна», розташованому в Старокостянтинівському районі Хмельницької області, за наступною схемою: контроль (без обробки), Делік 5, КР, 0,16 л/т, Пірігрен 50, ХТ, 0,04 л/т та інші.

Препарати наносили методом розпилення, відомим як небулізація. Цей метод передбачає перетворення рідини в дрібнодисперсний аерозоль, що дозволяє значно збільшити площу контакту речовини з оброблюваною поверхнею або тканиною, забезпечуючи швидке та ефективне її поглинання.

Розмір частинок аерозолів є критично важливим фактором, що визначає глибину проникнення та місце осадження препарату. Дрібніші частинки здатні досягати нижніх дихальних шляхів шкідників, тоді як більші осідають у верхніх відділах. Перевагами використання небулізації за обробки зерна в агропромисловому виробництві є підвищення ефективності обробки, зниження витрати препаратів, зменшення забруднення навколишнього середовища та можливість обробки великих партій зернової маси.

Зернові культури, такі як пшениця та кукурудза, є основою світового продовольчого забезпечення. Проте, значні втрати врожаю та погіршення якості зерна спричиняють різноманітні шкідники на всіх етапах: від поля до сховища. Ефективний захист з цими шкідниками є критично важливою для забезпечення продовольчої безпеки та економічної стабільності агропромислового виробництва.

У зерновій масі пшениці озимої в умовах ТОВ «Сожам Україна» були виявлені такі шкідники: вогнівка зернова, довгоносик комірний та міль комірний.

Дослідження показали, що оптимальна температура повітря для розвитку вогнівки зернової становить 22 °С, тоді як критичною температурою для її розвитку є 10,4 °С. Самиці можуть відкладати до 270 яєць, а тривалість розвитку шкідника варіює від 50 до 90 діб.

Шкідники, що пошкоджують зерно кукурудзи, мають свої біологічні особливості. Наприклад, довгоносик комірний один з найнебезпечніших шкідників зернових. Личинки розвиваються всередині зерна, виїдаючи його вміст. Дорослі особини також харчуються зерном, прогризаючи в ньому отвори. Кліщ борошняний розвивається при оптимальній температурі повітря 18-24 °С, а критичною для його розвитку є 12 °С. Самиці цього шкідника можуть відкладати до 200 яєць, а тривалість їх розвитку становить від 25 до 36 діб.

Зернова міль (*Sitotroga cerealella*): метелики відкладають яйця на поверхню зерна, а личинки проникають всередину і виїдають його. Пошкоджене зерно стає порожнистим і легко кришиться. Кліщі (*Acarina*): Різні види кліщів можуть розвиватися у вологому зерні, пошкоджуючи його зародок та викликаючи псування.

У процесі дослідження на підприємстві було виявлено, що в зерні кукурудзи шкідники представлені у такій структурі: довгоносик комірний – 51 %, кліщ борошняний – 16 % та хрушак малий борошняний – 33 %. Використання препарату Пірігрін 50, ХТ у дозі 0,04 л/т забезпечило високу біологічну та економічну ефективність: проти вогнівки зернової та молі комірної – 100 %, а проти довгоносика комірного – 96 %.

Дослідження показали, що препарат Делік 5, КР у дозі 0,16 л/т має нижчу біологічну ефективність у порівнянні з Пірігрін 50, ХТ, 0,04 л/т для захисту зерна озимої пшениці та кукурудзи.

Під час застосування хімічних засобів захисту зерна необхідно суворо дотримуватися інструкцій виробника та діючих нормативних документів. Важливо враховувати:

- вид шкідника та ступінь зараження зерна;
- тип зернохранилища та можливість його герметизації для фумігації;
- температуру та вологість зерна та навколишнього середовища, які впливають на ефективність препаратів;
- період очікування після обробки до моменту використання зерна;
- заходи безпеки для персоналу, який проводить обробку.

Отже, зберігання зерна є невід'ємною та критично важливою складовою агропромислового комплексу. Ефективне зберігання забезпечує не лише збереження вирощеного врожаю, але й підтримує продовольчу безпеку, сприяє економічному розвитку та забезпечує стабільність аграрного сектору. Тому, подальший розвиток та вдосконалення технологій зберігання зерна є стратегічно важливим завданням для забезпечення сталого розвитку агропромислового комплексу України. Для ефективного контролю шкідників зернової продукції під час зберігання та збереження якості зерна рекомендується проводити знезараження перед закладанням на зберігання препаратом Пірігрін 50, ХТ у дозі 0,04 л/т.

Список використаної літератури:

1. Трибель С. О., Гетьман М. В., Стригун О. О. Комірні шкідники. Як уберегти від них зернові насіннєві запаси. *Насінництво*. 2010. С. 18–25.
2. Шкідники хлібних запасів / С. О. Трибель, М. В. Гетьман, О. М. Лапа, О. О. К.: Колобів, 2007. 48 с.
3. Кирпа М. Я. Боротьба зі шкідниками зерна під час зберігання. *Пропозиція*. 2012. № 4. С. 86–88.
- Ключевич М. М., Вигера С. М., Ковальчук Р. Л. Інноваційний світогляд щодо науково-освітнього процесу в агрономії. Тези VIII Міжнародної науково-практичної конференції до 90-річчя агрономічного факультету ДДАЕУ «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур», 19–20 листопада 2024 року, Дніпро : Дніпровський державний аграрно-економічний університет, 2024. С. 157–159.
4. Ключевич М. М., Вигера С. М., Ковальчук Р. Л. Інноваційна методологія виробництва харчових продуктів у рослинництві. *Зернова галузь – проблеми та перспективи технологічного забезпечення*: Матеріали міжнар. наук. конф. з нагоди 100-річчя від дня народження д. с.-г. н., проф., акад. НААН В. С. Цикова, 12–13 жовтня 2023 р. Дніпро : ДУ ІЗК НААН, 2023. С. 130–132.

Макеєнко С.В., студентка групи ТЗНС–41,
Науковий керівник: Нонік Л.Ю., Устименко В.В.
Державний університет «Житомирська політехніка»

БІОТЕХНОЛОГІЧНІ ІНСТРУМЕНТИ У ВІДНОВЛЕННІ ДЕГРАДОВАНИХ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ

У сучасних умовах глобальних викликів, пов'язаних із посиленням антропогенного тиску, індустріалізацією, змінами клімату та збройними конфліктами, збереження та відновлення лісових екосистем набуває стратегічного значення для сталого розвитку людства. Ліси відіграють ключову роль у забезпеченні екологічної рівноваги: вони регулюють водний баланс, фіксують вуглекислий газ, запобігають ерозії ґрунтів, зберігають біорізноманіття і виконують рекреаційні та соціальні функції. Проте за останні десятиліття спостерігається стрімка деградація лісових ландшафтів, що проявляється у зниженні лісистості, втраті продуктивності, зменшенні видової різноманітності та порушенні структури екосистем. Особливо загрозливою ця тенденція є для регіонів, що постраждали від воєнних дій. На таких територіях фіксується механічне руйнування деревостану, деградація ґрунтів унаслідок вибухів, забруднення важкими металами, паливно-мастильними матеріалами, продуктами горіння, а також зниження активності ґрунтової біоти. У деяких випадках, наприклад, в Україні, маємо справу з повною втратою екосистемних функцій лісів на окремих ділянках, що унеможливило їхнє природне відновлення без людського втручання.

У цьому контексті постає необхідність пошуку ефективних, швидких і екологічно безпечних рішень, здатних забезпечити відновлення продуктивності лісів та повернення їхніх екологічних функцій. Традиційні підходи, засновані переважно на механічному залісненні та внесенні добрив, не завжди виправдовують себе в умовах деградованих або забруднених ґрунтів. Вони часто потребують значних фінансових ресурсів і тривалого часу для досягнення результату. У свою чергу, сучасні біотехнологічні методи дозволяють активізувати внутрішні регенеративні процеси в екосистемах, використовуючи потенціал мікроорганізмів, грибів і генетичних механізмів пристосування рослин до стресових умов.

Актуальність впровадження біотехнологічних підходів у сфері лісового відновлення обумовлена потребою в ефективних, екологічно обґрунтованих та адаптивних до викликів ХХІ століття методах, які дозволяють не лише відновлювати пошкоджені території, а й формувати стійкі, продуктивні та біорізноманітні лісові екосистеми майбутнього.

Одним із провідних біотехнологічних інструментів є застосування мікоризних грибів – облігатних симбіонтів, які формують мікоризу на кореневій системі деревних рослин. Цей симбіоз забезпечує покращене поглинання води та мінеральних речовин, зокрема фосфору, калію та азоту, підвищує толерантність до посухи, засоленості, хвороб і токсичних речовин. Ряд досліджень вказує на те, що використання мікоризних інокулянтів у розсадниках підвищує приживлюваність саджанців на 30–70 %, особливо на деградованих або забруднених територіях. Крім того, симбіоз з мікоризою сприяє формуванню ґрунтової структури, збагаченню мікробіому та стимулюванню біохімічних процесів, що підтримують сталий розвиток фітоценозу.

Другим перспективним напрямом є біоремедіація ґрунтів із використанням мікроорганізмів, що стимулюють ріст рослин (PGPB). Ці бактерії активно залучаються до формування здорового ризосферного середовища, виконуючи низку важливих функцій: фіксація атмосферного азоту, розчинення мінеральних фосфатів, продукція фітогормонів (ауксини, гібереліни, цитокініни), інгібування фітопатогенів шляхом виділення антагоністичних сполук. Приклади таких бактерій – *Azospirillum* spp., *Pseudomonas* spp., *Bacillus* spp. – довели свою ефективність у численних польових дослідженнях. У поєднанні з гіперакумуляторними рослинами, зокрема з родів *Brassica* та *Helianthus*, вони здатні значно зменшити рівень забруднення важкими металами, нафтопродуктами та іншими токсикантами, що є особливо актуальним для реабілітації земель у зонах воєнних дій.

Окремої уваги заслуговує застосування генетичної інженерії, зокрема технології CRISPR/Cas9, для селекції деревних порід із заданими характеристиками. Генетичне редагування дозволяє створювати сорти дерев, стійкі до змін клімату, шкідників, патогенів, посухи та засоленості. Наприклад, дослідження щодо редагування генів у тополі (*Populus* spp.) та евкаліпті (*Eucalyptus* spp.) продемонстрували підвищення швидкості росту, ефективності фотосинтезу та стійкості до несприятливих умов. Такі розробки є надзвичайно перспективними для заліснення територій із нестабільними кліматичними умовами, зокрема в південних та східних регіонах України, де прояви кліматичних змін мають найгостріші наслідки.

Упровадження біотехнологічних рішень у лісове господарство дозволяє реалізовувати системний підхід до реабілітації екосистем: покращення фізико-хімічних і біологічних властивостей ґрунтів, підвищення виживаності саджанців, прискорення формування стійких лісових угруповань і відновлення екосистемних послуг. Це є не лише екологічно доцільним, але й економічно обґрунтованим, оскільки зменшує потребу в добривах, пестицидах та поливі, а також скорочує час відновлення до продуктивного стану.

Таким чином, сучасні біотехнологічні підходи є потужним інструментом для вирішення екологічних та соціально-економічних викликів, пов'язаних із деградацією лісових екосистем, особливо в умовах поствоєнної реальності України. Біотехнології забезпечують комплексний, науково обґрунтований підхід до лісовідновлення, дозволяючи інтегрувати природні процеси з досягненнями молекулярної біології, мікробіології та екологічної інженерії. Це відкриває шлях до створення стійких, адаптивних та продуктивних лісових ландшафтів, здатних не лише відновлювати втрачені екосистемні функції, а й відповідати на виклики змін клімату, забруднення довкілля та зниження біорізноманіття.

Особливої актуальності ця тема набуває в контексті повоєнної відбудови України, де мільйони гектарів лісів зазнали ушкоджень від вогню, вибухів, забруднення токсикантами та радіонуклідами. У таких умовах лише традиційні методи лісовідновлення є недостатніми. Вони потребують доповнення передовими біотехнологічними рішеннями, які здатні не тільки прискорити природне відновлення, а й вивести його на якісно новий рівень. Інтеграція мікоризних технологій, біоремедіації, PGPB, генетичного редагування та інших інновацій у практику лісового господарства має стати пріоритетом державної екологічної політики та наукових програм.

Українські ліси – це не лише джерело ресурсів, а й невід'ємна частина національної ідентичності, культурного спадку та безпеки. Захист і відновлення лісових екосистем через біотехнології – це інвестиція в сталий розвиток, здоров'я нації й екологічну незалежність. Саме тому подальший розвиток біотехнологій у сфері лісівництва повинен стати стратегічним напрямом національного масштабу, об'єднуючи зусилля науковців, лісівників, екологів та громадянського суспільства задля збереження природної спадщини України для майбутніх поколінь.

Список використаної літератури:

1. Herasymchuk L., Patseva I., Valerko R., Ustylenko V. Military actions in Ukraine as ecocide and challenge to Formulas of peace. *Present Environment and Sustainable Development*. 2024. Vol. 18, no 2. DOI: <https://doi.org/10.47743/pesd2024182015>. SCOPUS WoS
2. Kahukina A., Patseva I. Assessment and forecast of atmospheric pollutant dynamics in the urban ecosystem of Zhytomyr. *Technology Audit and Production Reserves*. 2025. № 2(3(82)). P. 36–42. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2025.326893> SCOPUS
3. Melnyk-Shamrai, V., Shamrai, V., Patseva, I., Patsev, I. The influence of the accident at Chernobyl nuclear power plant on the condition of pine plantations of Ukrainian forests. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2024. Vol. 1415. P. 012104. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1415/1/012104>
4. Демчук Л.І., Пацева І.Г. Озеленення дахів як інноваційний метод впливу на екологічний стан міста Житомира. *Вісник Кременчуцького національного університету ім. Михайла Остроградського. Серія: Екологія*. 2025. Вип. 1. С. 74–80.
5. Герасимчук Л. О., Валерко Р. А., Пацева І. Г., Пацев І. С. ЛІСОВІ ПОЖЕЖІ У ФОКУСІ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ: ЕКОСИСТЕМНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ VOSVIEWER. *Український журнал природничих наук*. 2025. № 11. С. 270–279. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.11.2025.29>
6. Кагукіна А.М., Пацева І.Г. Графічний аналіз закономірностей сезонних температурних коливань та концентрації забруднювачів атмосфери міського середовища. *Екологічні науки*. 2024. Вип. 5(56). С. 193–197.
7. Пацева І.Г., Кагукіна А.М. Коефіцієнти суттєвості відхилень середньомісячних показників температури повітря та кількості опадів в місті Житомир. *Екологічні науки*. 2024. Вип. 2(53). С. 238–242.
8. Пацева І.Г., Кагукіна А.М., Луньова О.В. Тенденції зміни клімату Житомирщини. *Екологічні науки*. 2023. Вип. 6(51). С. 156–159.
9. Пацева І.В., Кагукіна А.М. Адаптація до зміни клімату міста Житомир. *Проблеми хімії та сталого розвитку*. 2023. Вип. 3. С. 66–72.
10. Пацева І., Барабаш О., Мельник-Шамрай В., Пацев І. Екологічна оцінка впливу пожеж у природних екосистемах на стан екологічної безпеки Житомирської області. *Проблеми хімії та сталого розвитку*. 2023. № 3. С. 59–65.
11. Герасимчук Л.О., Валерко Р.А., Пацева І.Г. Прояв зміни температури повітря на території м. Житомир. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна Серія «Екологія»*. 2023. Вип. 29. С.6–16
12. Демчук Л.І., Пацева І.Г. Організація моніторингу та прогнозування кризових ситуацій. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна Серія «Екологія»*. 2023. Вип. 29. С.57–63
13. Пацев І.С., Барабаш О.В., Пацева І.Г. ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА ЛІСОВІ ЕКОСИСТЕМИ ЖИТОМИРЩИНИ. *Екологічні науки*. 2023. Вип. 5 (50). С. 114–118. URL: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.5-50.16>

УДК 628.47

Мельниченко З.Ю., здобувач вищої освіти за освітнім ступенем «бакалавр» спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

Буря В.С., здобувач вищої освіти за освітнім ступенем «бакалавр» спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

**Герасимчук Л.О., к.с.-г.н., доц., доц. кафедри екології та природоохоронних технологій
Державний університет «Житомирська політехніка»**

СФЕРА УПРАВЛІННЯ ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ (ТПВ) В РЕГІОНАХ УКРАЇНИ: КЛЮЧОВІ ПРОБЛЕМИ ТА ЧИННИКИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА РЕЗУЛЬТАТИВНІСТЬ

Зростання чисельності міського населення, підвищення рівня споживання товарів і послуг обумовлюють стрімке збільшення обсягів утворення відходів. У сучасних умовах проблема ефективного поводження з відходами постає як на рівні окремих мешканців, суб'єктів господарювання, так і органів державної влади та місцевого самоврядування. Ця проблема набуває все більшої актуальності та потребує невідкладного вирішення, що передбачає, насамперед, трансформацію суспільної свідомості в напрямі обмеження надмірного споживання ресурсів. Такий підхід відповідає Цілям сталого розвитку і тісно пов'язаний із принципами циркулярної економіки [1-7].

Аналіз статистичних даних у галузі управління відходами за 2022 р. дозволив зробити наступні висновки: було зібрано 7420829,821 т твердих побутових відходів (38983224,19 м³); обсяги перевезень склали 7241068,291 т (39145338,01 м³), в т.ч. на заготівельні пункти вторинної сировини – 1,5% (409936,716 т), сміттєпереробні підприємства – 5,5% (409936,716 т), ділянки компостування – 1,2% (89023,163 т), сміттєспалювальні заводи – 1,8% (129769,5 т), полігони (звалища) – 90% (6680767,76 т); загальні обсяги захоронення на полігоні становили 233730740,6 т, у т.ч. від початку експлуатації полігону – 226851896,3 т, за 2022 р. – 6878844,292 т; наявно 5735 полігонів (звалищ) площею 8021,426 га, з них 2,8% (163 од. площею 490,88 га) є перевантаженими і 12,1% (693 од. площею 1087,662 га) не відповідають нормам екологічної безпеки, 2197 од. потребують паспортизації, 430 од. – рекультивзації, 276 од. – санації (у 2022 р. фактично паспортизовано 11,7%, рекультивовано 1%, сановано 4%, ліквідовано 84,5% виявлених несанкціонованих сміттєзвалищ площею 361,997 га); потреба у нових полігонах складає 290 од. площею 1456,75 га; 80,37% населення охоплено послугами управління відходами; на сферу управління відходами спрямовано 939092,9 тис. грн.

На основі наведених вище показників сформовано рейтинг регіонів України у сфері управління відходами. Станом на початок 2023 рік Запорізька, Донецька та Одеська області являють трійку лідерів у сфері управління відходами, аутсайдерами виявилися Волинська, Закарпатська та Дніпропетровська області.

Місце регіонів України у рейтингу ефективності управління твердими побутовими відходами на 15,5% обумовлювали розмір коштів, спрямованих на розвиток сфери, 14,6% – обсяги захоронення на полігоні (звалищі) (від початку експлуатації полігону та за звітний період), 14,2% – потреба у нових полігонах, 14% – обсяги збирання ТПВ; 12,6% – охоплення населення послугами із збирання ТПВ, 11,7% – площі полігонів, їх перевантаженість та невідповідність нормам екологічної безпеки, 10,8% – структура обсягів перевезення (заготівельні пункти вторинної сировини, сміттєпереробні підприємства, ділянки компостування, сміттєспалювальні заводи, полігони (звалища)), 6,7% – виконання робіт з паспортизації, рекультивзації, санації полігонів, ліквідації несанкціонованих сміттєзвалищ протягом року.

Система управління ТПВ в Україні демонструє позитивні зрушення, зокрема високий рівень охоплення населення відповідними послугами, активне фінансування з боку держави, а також поступ у ліквідації несанкціонованих звалищ. Це створює базис для подальшого реформування галузі на принципах циркулярної економіки. Водночас наявні серйозні структурні слабкості, зокрема критично низький рівень переробки та утилізації відходів, застаріла й часто екологічно небезпечна полігонна інфраструктура, а також регіональна нерівність у доступі до послуг. Вище наведене свідчить про потребу у термінових комплексних реформах і залученні інвестицій. Можливості розвитку системи – численні та актуальні: цифровізація, розвиток екологічної освіти, грантова підтримка, міжнародне партнерство, інтеграція в європейські екостандарти. Ефективне використання цих чинників дозволить подолати наявні проблеми. Серед головних зовнішніх загроз – екологічна небезпека через несанкціоновані полігони, зростання обсягів відходів внаслідок урбанізації та війни, а також інституційна слабкість. Це потребує як державної координації, так і децентралізованої відповідальності на рівні громад.

Побудована матриця стратегій SWOT продемонструвала чіткі вектори дій, які охоплюють як підтримку сильних сторін (наприклад, через створення цифрової платформи чи поширення успішних практик), так і подолання слабкостей за допомогою зовнішніх ресурсів (розвиток кластерів переробки, модернізація

полігонів, запуск екоосвіти). Метою SO-стратегії (сильні сторони та можливості) є використання внутрішніх переваги для реалізації зовнішніх можливостей, WO-стратегії (слабкі сторони та можливості) – подолати слабкі сторони, використовуючи зовнішні можливості, ST-стратегії (сильні сторони та загрози) – використати сильні сторони для нейтралізації зовнішніх загроз, WT-стратегії (слабкі сторони та загрози) – мінімізувати слабкі сторони та уникнути зовнішніх загроз. Особливу увагу слід приділити стратегіям типу WT, які спрямовані на мінімізацію слабких сторін в умовах зовнішніх загроз: це впровадження обов'язкових стандартів охоплення населення послугами ТПВ, масштабні держпрограми з будівництва нових заводів, розвиток екологічної освіти.

Україна має як структурні основи, так і значний потенціал для побудови сталої системи управління ТПВ. Але для цього необхідна скоординована реалізація представлених стратегій із залученням усіх стейкхолдерів: держави, громад, бізнесу, міжнародних партнерів і самих громадян).

Отже, на основі отриманих результатів дослідження пропонуємо:

1) забезпечити комплексне реформування системи управління ТПВ шляхом розробки та реалізації національної стратегії переходу до циркулярної економіки (особливу увагу слід приділити підвищенню рівня переробки та утилізації, зменшенню обсягів захоронення відходів);

2) цифровізувати управлінські процеси в сфері поводження з ТПВ, зокрема створити інтегровану цифрову платформу для обліку, моніторингу та аналізу даних щодо збору, транспортування, переробки й утилізації відходів, що забезпечить прозорість та контроль на всіх етапах;

3) запровадити обов'язкові стандарти охоплення населення послугами з управління ТПВ для всіх територіальних громад, із чіткими критеріями ефективності та відповідальністю за їхнє невиконання;

4) активізувати державні програми будівництва нових підприємств з переробки, компостування та термічної утилізації відходів, із залученням грантових, бюджетних та іноземних інвестицій;

5) модернізувати існуючу полігонну інфраструктуру – шляхом паспортизації, рекультивції, санації та закриття застарілих полігонів, що не відповідають нормам екологічної безпеки;

6) розвивати екологічну освіту та комунікаційні кампанії, спрямовані на підвищення обізнаності громадян щодо важливості сортування, мінімізації утворення відходів та відповідального поводження з ними;

7) сприяти децентралізації управління ТПВ, посилюючи роль органів місцевого самоврядування, включаючи стимулювання формування міжмуніципальних кластерів з переробки відходів;

8) інтегрувати європейські екологічні стандарти в українське законодавство та практику поводження з відходами, що сприятиме як внутрішній модернізації системи, так і розвитку міжнародного партнерства;

9) регулярно оновлювати рейтинг регіонів за ефективністю управління ТПВ, використовуючи мультикритеріальний підхід, що стимулюватиме конкуренцію та вдосконалення місцевих політик.

Список використаної літератури:

1. Herasymchuk L., Patseva I., Valerko R., Ustyomenko V. Military actions in Ukraine as ecocide and challenge to Formulas of peace. Present Environment and Sustainable Development. 2024. Vol. 18, no 2.
2. Герасимчук Л.О., Валерко Р.А., Доліська Н.Ф. Вітер О.В. Аналіз стратегій поводження з твердими побутовими відходами в умовах Коростишівської територіальної громади. Екологічні науки. 2023. № 2 (47). С. 222-227.
3. Герасимчук Л.О., Валерко Р.А., Довбаш В.В. Регіональний аспект поводження з відходами у Житомирській області в контексті сталого розвитку. Екологічні науки. 2022. № 1 (40). С. 104-109.
4. Герасимчук Л.О., Валерко Р.А., Ясінський В.В., Соловійова О.О. Державний контроль у сфері поводження з відходами на території Житомирської області. Екологічні науки. 2022. № 5 (44). С. 255-259.
5. Shamrai, V., Leonets, I., Melnyk-Shamrai, V., Patseva, I., Naumov, Y. Reuse of stone working enterprise slurry in geopolymer and concrete products. Mining of Mineral Deposits. 2024. Vol. 18(4). P. 10-17.
6. Patseva I., Nonik L., Gnatuk B., Patsev I., Ustyomenko V. Increasing the level of ecologically oriented logistics system in the waste management for territorial communities. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2024. Vol. 1415. 012131.
7. Герасимчук Л.О., Валерко Р.А., Бондар А.В., Шевченко К.П. Особливості поводження з побутовими відходами у м. Житомир. Екологічні науки. 2023. №3 (48). С. 132-137
8. Герасимчук Л.О. Військові дії як чинник утворення відходів. Таврійський науковий вісник. 2023. № 133. С. 305-312.
9. Герасимчук Л.О., Пацева І.Г., Валерко Р.А. Ефективність сфери управління відходами в розрізі регіонів України. Věda a perspektivy. 2024. №5(36). С. 319-333.
10. Пацева І.Г., Герасимчук О.Л., Кагукіна А.М. Системний підхід управління відходами об'єднаних територіальних громад. Екологічні науки. 2022. Вип. 43. С. 181-184

**Мельничук Д.В., здобувач вищої освіти
третього року навчання першого (бакалаврського)
рівня вищої освіти інженерно-енергетичного факультету
Науковий керівник: Курепін В.М., к.е.н., доц.
Миколаївський національний аграрний університет**

ЗАБРУДНЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД НА ТЕРИТОРІЯХ МІСТ ТА НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ

Забруднення підземних вод відбувається внаслідок життєдіяльності людини. Внаслідок діяльності людини утворюється велика кількість промислових та побутових відходів, відбувається зростання забруднення земної поверхні, гідрографічного середовища та атмосфери. Особливо актуальною темою у теперішній час є боротьба із забрудненням підземних вод на територіях населених пунктів [1, с. 81]. Висока концентрація населення, промисловість, транспорт та комунальне господарство робить забруднення особливо інтенсивним.

Забруднення підземних вод, це на сам перед зміни якості води (фізичні, хімічні, біологічні), які роблять її частково чи цілком не придатною для використання. Критерії оцінки ступеня забруднення природних вод залежать від деяких факторів, таких як: інтенсивність відбору підземних вод, наявність джерел забруднення, концентрацій окремих компонентів, гідрогеологічні умови водоносного горизонту тощо. Найбільш схильні до забруднення ґрунтові води і води, які залягають поблизу поверхні.

На нашу думку, основними забруднювачами підземних вод у містах та населених пунктах можуть бути: а) промислові відходи (промислові стічні води) [2, с. 16]; б) некондиційні природні води; в) побутові стоки та відходи; г) сільськогосподарські добрива та отрутохімікати (приватний сектор).

Найчастіше забруднення прісних вод залишається невидимим, оскільки забруднювачі розчинені у воді. Однак, миючі засоби, що піняться; нафтопродукти, що плавають на поверхні; неочищені стоки - є винятком. Є кілька природних забруднювачів, такі як: луки сполуки магнію, які вимиваються із ґрунту паводками; з'єднання алюмінію, які знаходяться в землі, та потрапляють в систему прісних водойм в результаті хімічних реакцій

Зрозуміло, обсяг природних забруднюючих речовин значно менший проти того, що виробляє людина. У водні басейни щорічно потрапляють тисячі хімічних речовин [3, с. 93]. Їхня дія має непередбачувану дію, деяка з них пов'язана з дією нових хімічних сполук. У воді може бути: підвищена концентрація важких токсичних металів (свинець, ртуть, кадмій, хром), нітрати і фосфати, пестициди, поверхнево-активні речовини, нафтопродукти тощо. Певний внесок у підвищення концентрації важких металів у воді роблять і кислотні дощі. Вони розчиняють у ґрунті мінерали, які призводять до збільшення вмісту у воді іонів важких металів. З атомних електростанцій та об'єктів атомної промисловості у кругообіг води у природі потрапляють радіоактивні відходи.

Мікробіологічні забруднення води відбуваються із-за скидання неочищених стічних вод у водні джерела [4, с. 272]. Джерелом великої кількості речовин, що потрапляють у прісну воду є лісові господарства та відкритий дренаж. Їхня діяльність добавляє у прісну воду такі речовини як: алюміній, кадмій, залізо. Особливо згубне атмосферне забруднення прісної води. Виділяємо два види забруднювачів: а) гази (двоокис азоту, сірчистий газ); б) грубодисперсні (пил, крапельки рідини, зола, сажа). Це продукти промислової чи сільськогосподарської діяльності людини. Ці гази, в дощовій краплі, з'єднуються з водою, утворюючи концентровані кислоти - сірчану та азотну. Тверді та рідкі забруднюючі речовини в джерела водопостачання потрапляють із ґрунту [5, с. 151]. Звалені на землю відходи розчиняються дощем і потрапляють у ґрунтові води, а потім вже у місцеві струмки та річки. Рідкі відходи. Зрозуміло, швидше проникають у джерела прісної води. Для проникнення забруднювачів: нітратів або фосфатів, із ґрунту в ґрунтові води потрібен час, але точно який невідомо. Такий процес може тривати десятки тисяч років. Забруднюючі речовини, які у навколишнє середовище надходять від промислових підприємств, називають промисловими стоками і викидами.

Характерними проблемами пов'язаними із забрудненням питної води мають більшість регіонів України. Це антропогенне забруднення джерел водопостачання; надлишкове хлорування; вторинне забруднення [6, с. 148]. Антропогенне забруднення джерел водопостачання пов'язане з величезними викидами неочищеної води промисловими підприємствами України та каналізаційними мережами міст.

У переважній більшості міст України основним методом знезараження та очищення води залишається хлорування води. Утворення хлорорганічних сполук у питній воді є надзвичайно шкідливим для організму людини. Хлорорганічні сполуки можуть надходити в організм людини крізь шкіру (душ). Споживання такої води небезпечне, але, на жаль, очищення та знезараження питної води у містах продовжується проводити методом хлорування.

Знос комунальних систем водопостачання призводить до постійних перебоїв із постачанням води, до того ж відбувається вторинне забруднення питної води. Постійні пориви, відключення води викликають розмноження шкідливих мікроорганізмів, синьо-зелених водоростей, розвиток корозії на стінках труб. Часто водопровід розташовується поблизу каналізаційної системи, яка також зношена. Виникають ситуації, коли каналізаційні стоки засмоктуються у водопроводи. Вторинне забруднення викликає такі захворювання, як гепатит, дизентерія та навіть черевний тиф.

Діючий засіб запобігання забруднення підземних вод, це достатня та якісна законодавча база з охорони навколишнього середовища, але домогтися дотримання нормативно-правових вимог буває дуже важко. Тому потрібна нова ініціатива – платить той, хто забруднює. Вона ідеальна по суті, але рідко дає результат [7, с. 68].

Отже сьогодні в Україні є низка законодавчих актів, яка спроможна вирішити питання якості питної води, але деякі керівники підприємств не поспішають виконувати ці вимоги. За вимогами вітчизняного законодавства, від усіх підприємств вимагалось створити спеціальні очисні станції для обробки води для міського та промислового споживання, щоб запобігти забрудненню річок. У більшості така робота виконана.

Список використаної літератури:

1. Курепін В. М., Курепін В. М. Функціонування агропідприємств Миколаївської області в умовах воєнного стану // Екологічні та соціальні аспекти розвитку економіки в умовах євроінтеграції : матеріали Х всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Миколаїв, 25-27 жовтня 2023 року). Миколаїв : МНАУ, 2023. С 80-83. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/15754>.
2. Логарева Д. Проблеми питної води в Україні: шляхи її вирішення // Захист водних ресурсів - Глобальні виклики, загрози опустелювання територій, міжнародні зобов'язання держав світу : тези доповідей здобувачів вищої освіти та інших учасників освітнього процесу за результатами проведеного тематичного «круглого столу» на обліково-фінансовому факультеті, м. Миколаїв, 22 березня 2023 року. Миколаїв : МНАУ, 2023. С. 15-17. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/12995>.
3. Іваненко В.С. Екологічні проблеми використання та охорона річок басейну Прип'яті // Transboundary Dniester River Basin Management and EU Integration – Step by Step : Proceedings of the International Conference Chisinau, October 27-28 2022 / editor: Ilya Trombitsky; editorial and scientific conference committee: Gheorghe Duca [et al.]. Chişinău: Eco-TIRAS, 2022 (Arconteh). С. 92-96. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/11848>.
4. Курепін В. М., Курепін В. М. Право громадян на питну воду та водопостачання: місто без води. Актуальні проблеми приватного та публічного права : матеріали VI міжнародної науково-практичної конференції (м. Ломжа–Харків, 29 березня 2024 р.). Харків : ХНПУ імені Г.С. Сковороди, 2024. С. 271-273. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/17502>.
5. Таракашева Е. А. Поводження з відходами на Миколаївщині. *Актуальні проблеми та перспективи розвитку охорони праці, безпеки життєдіяльності та цивільного захисту* : матеріали VI міжнародної науково-практичної конференції. Одеса : ОДАБА, 2024. С. 150-155. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/17615>.
6. Ivanenko V. Technological load on the natural environment of the Mykolaiv region: problems, solution ways. Науково-практична конференція, присвячена Всесвітньому метеорологічному дню «На варті кліматичних дій» та Всесвітньому дню водних ресурсів «Вода для миру» (м. Київ, 22-23 березня 2024 р.). Київ, 2024. С. 146-148. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/18868>.
7. Іваненко В. С., Курепін В. М. Наближення національного законодавства до міжнародних норм з питань безпеки праці // OSHAgro – 2023: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 3 жовтня 2023 р.). Київ : НУБіП України, 2023. С. 66-69. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/15934>.

Миндюк В., студент 3 курсу, група ТЗ-22-1, ІНГП
Грицуляк Г.М., д.с.-г.н., доц.

Кафедра технології захисту навколишнього середовища та безпеки праці
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

ЕКОЛОГІЧНА САНАЦІЯ ҐРУНТІВ, УРАЖЕНИХ НАФТОВИМ ЗАБРУДНЕННЯМ

Підступна воєнна агресія росії зумовила небувалі процеси деградації ґрунтового покриву в Україні, в тому числі й через забруднення нафтопродуктами значних територій. Це посилює маргіналізацію ґрунтів на окремих площах, зумовлює зниження їхньої біопродуктивності та сприяє біоаккумуляції шкідливих сполук, в тому числі й важких металів, в ґрунтовому середовищі. Звідси виникає потреба у розробці заходів з ревіталізації і пошуку способів ефективного використання таких ґрунтів. Вирощування енергетичних культур на таких землях може бути одним із шляхів раціонального використання та рекультивациі ґрунтового покриву. Однією з таких культур є верба енергетична, яка з успіхом вирощується в різних ґрунтово-кліматичних умовах не тільки для виробництва біомаси на енергетичні цілі, а й використовується для ремедіації техногенних і нафтозабруднених територій. Енергетична верба (*Salix spp.*) завдяки своїм біологічним особливостям — швидким темпам росту, високій адаптивності, розвиненій кореневій системі та здатності до фіторемердіації — є перспективною культурою для відновлення деградованих і забруднених земель. Її здатність акумулювати і трансформувати токсичні речовини, у тому числі важкі метали та нафтопродукти, сприяє очищенню ґрунту та водного середовища. Крім того, вирощування енергетичної верби дозволяє зменшити ерозійні процеси, підвищити вологість та біологічну активність ґрунту, що є важливим для поступової ревіталізації пошкоджених територій. Використання верби на таких землях не лише мінімізує екологічні ризики, але й забезпечує сталі джерела біомаси для виробництва теплової та електричної енергії, біопалива та інших енергоносіїв. Таким чином, вирощування енергетичних культур на деградованих ґрунтах поєднує екологічні та економічні вигоди, сприяючи формуванню моделі сталого землекористування в умовах післявоєнного відновлення України. Для підвищення ефективності ремедіаційних процесів перспективним є поєднання вирощування енергетичної верби із застосуванням біопрепаратів на основі мікроорганізмів, які здатні активізувати деградацію нафтопродуктів та мобілізувати важкі метали, а також використання агротехнічних заходів, спрямованих на поліпшення фізико-хімічних властивостей ґрунту. З іншого боку, у багатьох країнах світу важливим ресурсом використання в аграрній сфері розглядається осад стічних вод комунального господарства (ОСВ). Його цінність пов'язана з умістом сполук азоту і фосфору, а також сполук вуглецю, та цілого переліку мікроелементів. Багато дослідників відзначають значний вплив внесення ОСВ на фізико-хімічні, агрохімічні, екологічні властивості ґрунту, зміну хімічного складу вирощуваних рослин, на рециркуляцію поживних сполук в агроєкосистемах. Разом з тим використання осадів стічних вод (ОСВ) в аграрному виробництві потребує ретельного контролю та регламентування через потенційну наявність у їхньому складі важких металів, патогенних мікроорганізмів, залишків фармацевтичних препаратів та інших забруднювачів. Невиважене застосування ОСВ може призвести до вторинного забруднення ґрунтів, біоаккумуляції токсичних елементів у рослинній продукції та погіршення якості навколишнього середовища. Перспективним напрямом є використання ОСВ для вирощування нехарчових культур, зокрема енергетичних рослин, що дає змогу мінімізувати ризики для продовольчої безпеки та одночасно сприяти відновленню родючості деградованих ґрунтів. Внесення обробленого та стабілізованого ОСВ на землі, що зазнали техногенного навантаження, може покращувати вміст органічної речовини, активізувати біологічну активність ґрунту та стимулювати процеси природного самоочищення. Таким чином, за умов дотримання екологічних норм і стандартів, використання осадів стічних вод у системах вирощування енергетичних культур може стати одним із важливих елементів стратегії відновлення продуктивного потенціалу земель та розвитку сталого агровиробництва в Україні. Для вивчення можливостей ефективного вирощування верби енергетичної на нафтозабруднених територіях України, в тому числі й з використанням як добрива осаду стічних вод комунального господарства, було закладено польовий дослід у зоні Передкарпаття України. Дослідження проведені в Південно-Гвіздецького родовища Надвірнянського нафто-газопромислового району в с. Битків Івано-Франківської області, на якій здійснювалася активна виробнича діяльність з водобутку нафти і первинної її переробки та припинена 22 роки тому. В результаті виконаних досліджень встановлені певні закономірності нагромадження окремих важких металів у нафтозабрудненому підзолистому ґрунті під впливом внесення добрив на основі ОСВ і його компостів. Під впливом зростаючих доз ОСВ зростав вміст валових форм важких металів у підзолистому нафтозабрудненому ґрунті. Згідно проведених досліджень на нафтозабруднених ґрунтах, за внесення різних норм осаду стічних вод, вміст плумбуму за вирощування міскантуса зростає за внесення ОСВ 40 т/га і $N_{10}P_{14}K_{58}$ (варіант 6) і становить 4,30 мг/кг ґрунту. Проте, за вирощування світчграсу за внесення такої ж норми добрив, вміст плумбуму рівний 3,97 мг/кг ґрунту, що на 0,33 мг/кг ґрунту, становить менше за вирощування верби енергетичної.

УДК 502.7

**Мурин С.С., здобувач освітнього ступеня «магістр»
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»
Мельник-Шамрай В.В., к.с.-г.н., доц.,
доцент кафедри екології та природоохоронних технологій
Державний університет «Житомирська політехніка»**

ОСНОВНІ ПРИЧИНИ ЗНИЖЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ В ЛІСАХ ПОЛІССЯ

Одним із найбільш заліснених регіонів України є Полісся. Він вирізняється багатством природних копалин, лісовими масивами та значним видовим різноманіттям флори і фауни. Станом на 2023 р. рівень лісистості території Полісся в межах природних зон України становив фактично 26,8 % за оптимального показника 32 %. Це свідчить про наявність тенденції до зменшення заліснених площ та вказує на серйозні виклики у сфері збереження біорізноманіття в регіоні.

Основними причинами зниження біорізноманіття в лісах Поліського регіону є масштабні пожежі на тлі змін клімату та повномасштабної війни, незаконні вирубки дерев у лісових масивах, а також нелегальний видобуток корисних копалин – зокрема піску та бурштину. Ці фактори завдають значної, іноді непоправної шкоди лісовим екосистемам, на відновлення яких до попереднього стану йдуть десятиліття.

Причинами лісових пожеж у Поліссі є як природні, так і антропогенні чинники. До основних антропогенних чинників належать навмисне підпалювання сухої рослинності на узліссях та спалювання деревних решток у межах лісових масивів, військові дії. Природними чинниками є аномальні зміни клімату, що останніми роками мають дедалі вираженіший характер: зокрема, рекордне підвищення температури повітря (понад +40 °C у літній період), різкі погодні коливання та посилення вітрових навантажень [1-2]. Сукупність цих чинників негативно впливає на стабільність лісових екосистем та стан біорізноманіття.

Вагомим фактором погіршення екологічної ситуації в регіоні є наслідки збройного конфлікту. Зокрема, у 2022 році внаслідок ракетно-бомбових ударів по території Народицької територіальної громади Коростенського району Житомирської області виникли масштабні лісові пожежі в межах природного заповідника «Древлянський». Відповідно до інформації дирекції заповідника [3, 4], вогнем було знищено понад 2100 гектарів лісових насаджень, що завдало суттєвих збитків природно-заповідному фонду України – територіям, які мають особливу природоохоронну, наукову, естетичну та рекреаційну цінність.

Окрім безпосереднього знищення лісу, наслідками пожеж стали масштабні викиди забруднювальних речовин в атмосферне повітря. За оцінками, до атмосфери потрапили десятки тисяч тонн речовин різних класів небезпеки. Також існувала ймовірність вивільнення радіоактивних ізотопів, накопичених унаслідок Чорнобильської катастрофи на відповідних територіях. Відповідно до розрахунків Державної екологічної інспекції Поліського округу [5], загальна сума завданої шкоди перевищила 14,5 мільярда гривень.

Масштабні незаконні вирубки лісових насаджень, які фіксуються на території Полісся, зумовлюють низку екологічних наслідків, зокрема втрату середовищ існування рідкісних видів флори та фауни, фрагментацію лісових масивів, а також скорочення площ природних ландшафтів. Ці процеси порушують структурну цілісність лісових екосистем та створюють ризики для збереження біорізноманіття в регіоні.

За останні роки найбільш масштабні факти незаконних рубок на території Полісся були зафіксовані Держекоінспекцією у Житомирській та Рівненській областях. Збитки, завдані лісовим ресурсам унаслідок таких порушень, досягають мільйонних показників. Ілюстративним прикладом є випадок вирубки 559 дерев у межах ботанічного заказника місцевого значення «Урочище Вижар», що розташований у Рівненській області. За результатами обрахунків, здійснених Інспекцією, розмір шкоди, завданої порушенням вимог законодавства про природно-заповідний фонд, становив понад 66 мільйонів гривень [5].

Значним антропогенним чинником деградації лісових масивів у Поліському регіоні є неконтрольований видобуток бурштину, враховуючи значні поклади цієї копалини, зокрема на територіях Рівненської та Житомирської областей. Видобуток бурштину на цих територіях часто здійснюється з порушенням екологічних та земельних норм та призводить до спотворення природних територій та знищення унікального біорізноманіття й лісових насаджень. Характерним випадком є незаконний видобуток бурштину на території бувшого гідрологічного заказника місцевого значення «Речиця» у Житомирській області. Внаслідок цієї діяльності площа сильно пошкоджених земель становила 97,0 га (80,8 % від загальної площі заказника). На великій частині території відбулися значні зміни ландшафтів і природної рослинності, що спричинило повну деградацію природних екосистем. Лісовий покрив та підлісок були самовільно знищені, а трав'яно-чагарниковий та моховий яруси опинилися під шаром ґрунту, переважно водно-льодовикового піску, що видобувався помпами з глибини 10-17 метрів. Слід зазначити, що неконтрольований видобуток бурштину тривав у заказнику близько чотирьох років, що призвело до повного знищення пріоритетних видів рослин, які охоронялися на цій території, та зникнення місць гніздування рідкісних видів тварин, занесених до Червоної книги України [5].

Не слід також ігнорувати проблему значного мінного забруднення природних територій України. За даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів [6], під загрозою знищення перебувають 2,9 млн га територій Смарагдової мережі, 17 водно-болотних угідь міжнародного значення, а також уражено 812 об'єктів природно-заповідного фонду загальною площею понад 1 мільйон гектарів. Площа замінованих лісових земель сягає близько 450 тис. га, тоді як розміновано лише 75,3 тис. га. Забруднення територій наземними мінами спричиняє серйозні екологічні наслідки, включаючи неконтрольовані лісові пожежі, деградацію та забруднення ґрунтів і водойм, зменшення біорізноманіття, що в цілому призводить до трансформації екосистем. У той же час фіксуються і позитивні приклади. Зокрема, у національному природному парку «Святі Гори» було успішно розміновано 100 км лісових доріг – приклад дієвого підходу до відновлення природного середовища.

Згідно зі статтею 85 Лісового кодексу України [7], збереження біорізноманіття в лісах здійснюється їх власниками та постійними лісокористувачами на генетичному, видовому, популяційному та екосистемному рівнях шляхом:

- 1) створення і оголошення в установленому законом порядку на найбільш цінних лісових ділянках територій та об'єктів природно-заповідного фонду, розвитку екологічної мережі;
- 2) виділення, створення і збереження об'єктів цінного генетичного фонду лісових порід (генетичних резерватів, плюсових деревостанів і дерев, колекційних лісових ділянок, лісонасінних ділянок і плантацій, дослідних та випробних культур тощо);
- 3) недопущення генетичного забруднення генофондів аборигенних порід та інвазій інтродукованих видів у природні екосистеми;
- 4) застосування екологічно орієнтованих способів відтворення лісів та використання лісових ресурсів;
- 5) створення охоронних зон для збереження біорізноманіття у лісах - зон визначеної конфігурації (форми) та розміру, у межах яких встановлюється режим ведення лісового господарства, що забезпечує довгострокове збереження: об'єктів Червоної книги України; об'єктів, внесених до переліків рідкісних або таких, що мають особливу наукову, природоохоронну та іншу цінність, або є такими, що перебувають під загрозою зникнення, видів тварин і рослин, що підлягають особливій охороні на відповідній території; типових та унікальних природних комплексів і об'єктів; місць розмноження диких тварин; найстаріших або визначних дерев та їх груп; інших місць, важливих для збереження біорізноманіття у лісах.

У контексті державної політики охорони природи позитивним є й зростання мережі природно-заповідного фонду. Протягом 2024 року в Україні було створено 88 нових територій та об'єктів природно-заповідного фонду у 13 областях загальною площею 2936,9977 га. Також було збільшено площі 12 об'єктів (на 547,7221 га), скасовано статус 8 (27,5 га) і зменшено площу 7 територій (на 949,7279 га). Хоч і спостерігається незначне скорочення площі деяких об'єктів та скасування статусу, загальний баланс є позитивним. Це свідчить про посилення заходів із охорони природи та біорізноманіття.

Узагальнюючи представлений аналіз, слід констатувати, що лісові екосистеми Поліського регіону, попри їхню значну природну цінність та біологічне різноманіття, зазнають деструктивного впливу низки антропогенних та природних факторів. Зниження показників лісистості, масштабні пожежі, незаконні вирубки лісу, неконтрольований видобуток корисних копалин та мінне забруднення територій призводять до втрати біорізноманіття, деградації ландшафтів та значних економічних збитків. Вирішення цих проблем потребує комплексного підходу, що включає посилення природоохоронного законодавства, ефективний контроль за використанням лісових ресурсів, запобігання незаконній діяльності, впровадження дієвих заходів з розмінування та відновлення пошкоджених екосистем, а також підвищення екологічної свідомості суспільства задля збереження унікального природного спадку Полісся.

Список використаної літератури:

1. Державне агентство лісових ресурсів України. Режим доступу: <https://forest.gov.ua/> (дата звернення: 27.04.2025 р.).
2. Іванюк Р.О., Мельник-Шамрай В.В. Лісові пожежі в Україні. Тези Всеукраїнської наукової конференції здобувачів вищої освіти та молодих учених "Екологічна безпека та раціональне природокористування", 14 листопада 2024 року. Житомир : Житомирська політехніка, 2024. С. 17.
3. Заповідник на півночі Житомирщини оговтується після бойових дій. Режим доступу: <https://surl.li/qrbkaq> (дата звернення 27.04.2025 р.).
4. Мурин С.С., Мельник-Шамрай В.В. Вплив військової агресії на стан природоохоронних територій. Тези XVIII Всеукраїнської наукової on-line конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених з міжнародною участю «Сучасні проблеми екології», 6 жовтня 2022 року. Житомир: Житомирська політехніка, 2022. С. 11-12.
5. Державна екологічна інспекція Поліського округу. Режим доступу: <https://polissyareg.dei.gov.ua/>
6. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів. Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/>
7. Лісовий кодекс України. Режим доступу: <https://surl.li/nzyobe> (дата звернення 27.04.2025 р.).

**Пархомчук А.А., здобувачка вищої освіти
за освітнім ступенем «бакалавр» спеціальності 103 «Науки про Землю»
Увасва О.І., д.б.н., проф., професор кафедри наук про Землю
Державний університет «Житомирська політехніка»**

ЕФЕКТИВНІ МЕТОДИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ ВІД НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ ВІДХОДІВ

Земельні ресурси Житомирської області знаходяться під постійною загрозою деградації внаслідок інтенсивної антропогенної діяльності. Основні проблеми пов'язані з неконтрольованим накопиченням промислових, побутових і сільськогосподарських відходів. У регіоні нараховується понад 858 стихійних сміттєзвалищ, а також функціонує лише шість полігонів твердих побутових відходів, на яких зосереджено близько 11,2 млн тонн сміття. Найбільше навантаження спостерігається у містах Житомир (2,341 млн т), Новоград-Волинський (0,365 млн т), Коростень (0,348 млн т) та Бердичів (0,47 млн т) [1]. Особливо складна ситуація виникає через нестачу ефективної інфраструктури поводження з відходами та слабку екологічну політику на місцевому рівні.

Додаткову екологічну небезпеку створюють відходи каменеобробної та деревообробної промисловості, що особливо актуально для районів Коростишева, Черняхова, Олевська та Овруча. Нерідко такі відходи, як шлам, обрізки та тирса, скидаються без жодної попередньої обробки або утилізації, забруднюючи ґрунт, поверхневі та підземні води. Відсутність регламентованої системи переробки подібних відходів сприяє утворенню локальних екологічних катастроф. Через це знижується родючість ґрунтів, погіршується якість питної води та виникають умови для поширення небезпечних захворювань [1]. Подальше ігнорування цієї проблеми може призвести до незворотних змін в екосистемах регіону.

Окрему загрозу становлять застарілі склади з непридатними або забороненими до використання хімічними засобами захисту рослин (ХЗЗР). За даними на 2018 рік, в області зберігалось понад 390 тонн таких речовин, більшість з яких знаходилась у пошкодженій упаковці або без неї, що є небезпечним з екологічної точки зору [2]. Витік токсичних компонентів у навколишнє середовище веде до забруднення ґрунтів, а також підземних вод, що використовуються для господарсько-побутових потреб. Це вимагає термінової інвентаризації складів, утилізації небезпечних речовин та очищення заражених територій. Крім того, необхідне створення умов для безпечного зберігання нових партій засобів захисту рослин із дотриманням екологічних стандартів. Серед ключових напрямів збереження земельного фонду області варто виокремити будівництво сміттєпереробних заводів, зокрема в Житомирі, де у 2024 р. запрацювало сучасне підприємство. Завод здійснює сортування сміття, виготовлення RDF-палива, а також розробляє нові напрямки переробки деревини та пластику. Це дозволяє суттєво зменшити кількість відходів, що потрапляють на полігони, та знижує ризик вторинного забруднення довкілля. Також важливою є рекультивация деградованих земель з використанням фітореMediaційних технологій, які дозволяють очищувати ґрунт за допомогою спеціальних рослин.

Реалізація екологічно орієнтованої політики з боку органів місцевого самоврядування, впровадження інноваційних технологій та активна участь громадськості у розв'язанні проблем відходів є визначальними чинниками сталого розвитку земельного ресурсу Житомирщини. Підвищення екологічної свідомості населення, запровадження системи роздільного збору сміття та контроль за дотриманням природоохоронного законодавства повинні стати пріоритетами для кожної громади. Тільки в умовах ефективної міжсекторальної взаємодії можливо забезпечити відновлення родючості ґрунтів та збереження екосистем для майбутніх поколінь. Подальше ігнорування проблем поводження з відходами загрожує не лише довкіллю, а й здоров'ю людей. Саме тому питання збереження земель повинно мати стратегічне значення для державної політики.

Список використаної літератури:

1. Державна екологічна інспекція у Житомирській області. Земельні ресурси, відходи. URL: <https://dei.zt.ua/dovkillia/zemelni-resursy-vidkhody>
2. Uvayeva O., Vakaliuk T., Kostromin D. Environmental monitoring and recommendations on decreasing the levels of pesticide pollution in Zhytomyr region of Ukraine. E3S Web of Conferences. Volume 166, 01004 (2020). The International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters (ICSF 2020). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016601004>
3. Мельник-Шамрай В.В., Шамрай В.І., Пацева І.Г., Пацев І.С. Землеустрій як інструмент управління земельними ресурсами в умовах екологізації землекористування. Екологічні науки : науково-практичний журнал. К. : Видавничий дім «Гельветика». 2023. № 6(51). С.78-83

Пацева І.Г., д.т.н., проф.
Кагукіна А.М., асистент кафедри наук про Землю
Державний університет «Житомирська політехніка»

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ЗБЕРЕЖЕННЯ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ УКРАЇНИ В УМОВАХ ПОДВІЙНОГО СТРЕСУ

Кліматичні аспекти відіграють ключову роль у відновленні та збереженні лісів України, особливо в умовах війни та змін клімату. Зміни температури, опадів, частоти екстремальних погодних явищ і тривалості вегетаційного періоду безпосередньо впливають на стійкість лісових екосистем, їхню здатність до самовідновлення та ефективність заходів із лісовідновлення. Українські ліси зазнають значного водного стресу через зменшення кількості опадів та підвищення температури. Це призводить до зниження продуктивності лісів, підвищеної вразливості до шкідників і хвороб, а також збільшує ризик деградації екосистем. Глобальне потепління сприяє зміні видового складу лісів. Це вимагає адаптації лісгосподарських практик, включаючи вибір стійких до змін клімату порід дерев. Ліси є важливими поглиначами вуглецю, сприяючи зменшенню концентрації парникових газів в атмосфері. Знищення лісів під час війни призводить до вивільнення значних обсягів CO₂. Воєнні дії на території України створили унікальну ситуацію подвійного тиску на лісові екосистеми. Відбувається одночасний вплив кліматичних змін та антропогенних факторів, пов'язаних з війною. Значні площі лісів пошкоджені або знищені через прямий вплив бойових дій, що призводить до фрагментації екосистем та втрати біорізноманіття. Залишки боєприпасів та військової техніки спричиняють забруднення ґрунтів, що заважає природному відновленню лісів та знижує їхню екологічну стійкість. Наявність мін та вибухонебезпечних предметів суттєво ускладнює проведення лісгосподарських заходів та відновлення лісів на значних територіях. Воєнні дії значно збільшили кількість та інтенсивність лісових пожеж, особливо в умовах погіршення кліматичних умов та обмежених можливостей для їх гасіння в зоні бойових дій. Послаблення контролю за лісокористуванням в окремих регіонах призводить до збільшення обсягів незаконних рубок, що посилює деградацію лісових екосистем. Руйнування гідротехнічних споруд та зміна гідрологічного режиму територій негативно впливає на вологолюбні лісові екосистеми, особливо в умовах посилення посух. В умовах змін клімату та військових дій необхідно розробляти інноваційні адаптаційні стратегії для лісового сектору. Такі стратегії повинні базуватися на новітніх технологіях, передових наукових розробках та міжнародному досвіді подолання наслідків надзвичайних ситуацій для лісових екосистем. Вони повинні бути комплексними і включати запровадження кліматично орієнтованого лісівництва, відновлення пошкоджених лісових екосистем, створення мережі лісових коридорів, удосконалення системи моніторингу, розвиток стійких до посухи насаджень, інтеграція лісової політики з політикою кліматичної адаптації, впровадження природоорієнтованих рішень та розвиток потенціалу лісових екосистем для поглинання вуглецю. Особливої уваги заслуговують такі інноваційні методи, як використання безпілотних літальних апаратів для дистанційного моніторингу стану лісів та виявлення пошкоджень, впровадження геоінформаційних систем для оптимізації планування лісовідновлювальних робіт на територіях, що зазнали подвійного впливу воєнних дій та кліматичних змін. Інтеграція кліматичних аспектів у стратегії відновлення та збереження лісів є критично важливою для забезпечення стійкості лісових екосистем України в умовах змін клімату та післявоєнного відновлення. Реалізація інноваційних підходів дозволить не лише зберегти цінні лісові ресурси, але й використати їхній потенціал для пом'якшення наслідків зміни клімату та сприяння відновленню економіки країни після завершення воєнних дій.

Список використаної літератури:

1. Пацев І.С., Барабаш О.В., Пацева І.Г. Вплив воєнних дій на лісові екосистеми Житомирщини. Екологічні науки. 2023. Вип. 5 (50). С. 114–118.
2. Пацева І.Г., Кагукіна А.М., Луньова О.В. Тенденції зміни клімату Житомирщини. Екологічні науки. 2023. Вип. 6(51). С. 156-159.
3. Пацева І., Барабаш О., Мельник-Шамрай В., Пацев І. Екологічна оцінка впливу пожеж у природних екосистемах на стан екологічної безпеки Житомирської області. Проблеми хімії та сталого розвитку, 3. 2023. С. 59–65.
4. Пацева І.Г., Кагукіна А.М. Аналіз стану атмосферного повітря міста Житомира. Слобожанський науковий вісник. Серія: Природничі науки. 2024. Вип.1. С. 77-81
5. Пацева І.Г., Герасимчук О.Л., Кагукіна А.М. Системний підхід управління відходами об'єднаних територіальних громад. Екологічні науки. 2022. Вип. 43. С. 181-184
6. Кагукіна А. М., Пацева І. Г. Аналіз показників монооксиду вуглецю, діоксиду азоту та аміаку в повітряному басейні міста Житомир за даними громадського моніторингу повітря ECOSITY. Екологічні науки. 2024. Вип. 3(54). С. 23-31.
7. Пацева І.Г., Кагукіна А.М. Коефіцієнти суттєвості відхилень середньомісячних показників температури повітря та кількості опадів в місті Житомир. Екологічні науки. 2024. Вип. 2(53). С. 238-242.

**Петровських А.Д., здобувач вищої освіти
третього року навчання першого (бакалаврського)
рівня вищої освіти інженерно-енергетичного факультету
Науковий керівник: Курепін В.М., к.е.н., доц.
Миколаївський національний аграрний університет**

ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ: ПЛЮСИ ТА МІНУСИ ВИКОРИСТАННЯ

У задоволенні світових енергетичних потреб відновлювані джерела енергії відіграють вирішальну роль, вони пом'якшують наслідки зміни клімату та пропонують більш чисту альтернативу викопному паливу, але кожен тип має унікальні переваги та недоліки. Для стійкої енергетики надзвичайно важливо розуміти ці компоненти, вони важливі для прийняття обґрунтованих рішень. Розглянемо плюси та мінуси різних відновлюваних джерел енергії.

Наголошуємо, природні ресурси, які можуть природно поповнюватися з часом без виснаження називають відновлюваними джерелами енергії. Маючи мінімальний вплив на навколишнє середовище, їх використовують для виробництва енергії [1, с. 147]. Це робить їх альтернативними до копалин. Ці джерела мають вирішальне значення для пом'якшення наслідків зміни клімату, більш чистого та стійкого енергетичного майбутнього. За рахунок використання технологій відновлюваних джерел енергії можна підвищити енергетичну безпеку та зменшити загальний вплив на навколишнє середовище, також залежність від невідновлюваних копалин видів палива.

Розглянемо плюси та мінуси деяких типів відновлюваних джерел енергії: 1) сонячна енергія – стійка відновлювальна енергія, яке вловлює енергію сонячних променів за допомогою фотоелектричних елементів. Перетворюючи сонячне світло на електрику, забезпечується чисте та екологічно безпечне енергетичне рішення [2, с. 81]. Плюси: а) необмежений ресурс: енергія Сонця найбільш доступна з усіх доступних відновлюваних ресурсів; б) низькі експлуатаційні витрати: сонячні панелі вимагають мінімальних витрат на експлуатацію; в) масштаб: варіюються від невеликих житлових до великих комунальних проєктів, забезпечуючи універсальність у використанні; г) екологічно чистий: виробництво енергії не виділяє парникових газів. Мінуси: а) уривчастість: виробництво енергії залежить від світлового дня, погодних умов та сезонності; б) високі початкові витрати: інвестиції та їх встановлення відносно високі за витратами; в) габаритний простір: крупномасштабність ферми вимагають землі та простору;

2) енергія вітру - кінетичну енергію повітря вловлюють вітряними турбінами, що рухається. Плюси: а) чистий і яскравий: не виробляє прямих викидів і використовує кінетичну енергію вітру; б) низькі експлуатаційні витрати: поточні експлуатаційні витрати відносно низькі; в) універсальність: гнучкість у використанні, енергію використовують як на суші, так і на морі [3, с. 43]. Мінуси: а) уривчастість: енергія вітру непостійна і залежить від швидкості вітру, тому виникає нестабільна вихідна потужність; б) високі початкові витрати: капіталомістке будівництво, купівля та встановлення турбін; в) екологічні та естетичні проблеми: електростанції можуть впливати на навколишнє середовище;

3) гідроелектроенергія - виробляє електроенергію за рахунок енергії поточної води, через греблі або турбіни. Плюси: а) вихід високої енергії: значне виробництво енергії та надійність, особливо у регіонах із багатими водними ресурсами; б) низькі експлуатаційні витрати: тривалий термін служби та мінімальне поточне обслуговування [4, с. 111]; в) потужність базового навантаження: постійне базове навантаження, також водосховища можуть зберігати енергію для пікових потреб;

4) геотермальна енергія - використовує внутрішнє тепло Землі для вироблення електроенергії та забезпечення рішень для опалення. Він забезпечує постійне та надійне енергопостачання з мінімальним впливом на навколишнє середовище [5, с. 79]. Плюси: а) висока надійність: висока надійність та безперервна подача електроенергії; б) мінімальний вплив на навколишнє середовище: менший вплив на навколишнє середовище в порівнянні з багатьма іншими джерелами енергії; в) універсальність: використовують для виробництва електроенергії, також для опалення. Мінуси: а) обмежена географічна доступність: залежить від розташування; б) високі витрати: буріння та розвідка геотермальних джерел може бути дорогим; в) виснаження ресурсів: можуть з часом виснажуватись, що впливає на стійкість.

5) енергія океану - використовує енергію океанських припливів, течій і хвиль. Плюси: а) передбачувана енергія: забезпечує стабільне виробництво енергії завдяки своїй передбачуваності; б) висока щільність енергії: потенційно дає значну вихідну потужність; в) низький вплив на навколишнє середовище: мають мінімальний вплив на навколишнє середовище [6, с. 103]. Мінуси: а) нові технології: є новою технологією, вимагає високих витрат на розробку та технічні проблеми; б) залежність від розташування: обмежений прибережними районами з відповідними умовами океану;

6) ядерна енергія - невідновлюване джерело енергії, яке виробляє електрику за допомогою атомних реакцій з мінімальними викидами парникових газів. Плюси: а) вихід високої енергії: виробляє значну

енергію із мінімальними викидами парникових газів; б) надійність: надійне та стабільне виробництво електроенергії; в) ефективне землекористування: відносно невелика витрата землі та ресурсів у порівнянні з деякими відновлюваними джерелами. Мінуси: а) ядерні відходи: створює проблеми навколишньому середовищу та безпеки; б) високі витрати: на будівництво, виведення з експлуатацію та заходи безпеки.

При виборі відновлюваного джерела енергії необхідно враховувати баланс плюсів та мінусів, місцеві умови [7, с. 84]. Проблеми перебоїв можна вирішити за рахунок об'єднання кількох відновлюваних джерел та систем.

Отже, для вирішення глобальних енергетичних та екологічних проблем життєво важливим і багатообіцяючим є відновлюванні джерела енергії. Вони стають все більш важливішим і перспективним у бік стійкості та екологічної відповідальності. У кожного виду відновлюваних джерел енергії своя роль і ключове завдання. Зрештою, поєднання цих ресурсів разом з рішеннями для зберігання енергії буде відкривати шлях до більш екологічного та стійкого енергетичного ландшафту.

Список використаної літератури:

1. Ivanenko V. Technological load on the natural environment of the Mykolaiv region: problems, solution ways. Науково-практична конференція, присвячена Всесвітньому метеорологічному дню «На варті кліматичних дій» та Всесвітньому дню водних ресурсів «Вода для миру» (м. Київ, 22-23 березня 2024 р.). Київ, 2024. С. 146-148. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/18868>.
2. Курепін В.М. Марченко Д.Д. Сучасні технології захисту навколишнього середовища від впливу сонячних електростанцій. Modern Economics. 2024. № 44(2024). С. 79-84. DOI:[https://doi.org/10.31521/modecon.V44\(2024\)-13](https://doi.org/10.31521/modecon.V44(2024)-13).
3. Batsurovska I., & Kurepin V. (2024). Prospects for the use of wind power plants: advantages and environmental safety. Traditions and new scientific strategies in the context of global transformation of society. Baltija Publishing, 1, 34-55. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-406-1-2>. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/17403>.
4. Лазіс М. І. Альтернативна енергетика: кроки до енергетичної незалежності України. Сучасні дослідження: транспортна інфраструктура та інноваційні технології : матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти, викладачів та науковців (м. Київ, 28-29 листопада 2024 р.). Київ : Київський інститут залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій, 2024. Ч.2. С. 107-112. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/19856>.
5. Курепін В. М. Природні геотермальні джерела: як ефективний енергоресурс. Електроенергетика, електромеханіка та технології в АПК: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., (м. Харків, 6 листопада 2024 р. / Держ. біотехнологічний ун-т. Харків, 2024. С. 78-80. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/19000>.
6. Курепін В. М. Енергія приливів - чиста енергія для людства. Сучасні дослідження: транспортна інфраструктура та інноваційні технології : матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти, викладачів та науковців (м. Київ, 28-29 листопада 2024 р.). Київ : Київський інститут залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій, 2024. Ч.2. С. 102-106. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/19854>.
7. Сиворотка Н. М. Навколишнє середовище та сфера праці: комплексний підхід до сталого розвитку. Екологічні та соціальні аспекти розвитку економіки в умовах євроінтеграції : матеріали X Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Миколаїв, 23-25 жовтня 2024 р.). Миколаїв : МНАУ, 2024. С. 82-85. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/18916>.

**Піндера М.В., здобувач вищої освіти
третього року навчання першого (бакалаврського)
рівня вищої освіти інженерно-енергетичного факультету
Науковий керівник: Курепін В.М., к.е.н., доц.
Миколаївський національний аграрний університет**

ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ПІДЗЕМНИХ ВОД НА ВОДОЗАБОРАХ ПІДПРИЄМСТВ

Використовуючі надра Землі, зокрема воду, людина повинна ретельно спостерігати за цим процесом. Відсутність моніторингу може привести до неприємного становища [1, с. 93]. Користуючись активно водою, здійснюючи водозабір, мешканці населених пунктів часто порушують елементарні правила, що може привести до раптового зникнення води в свердловині. Щоб цього не сталося потрібен моніторинг підземних вод та правильних заходів. Зазвичай, моніторинг підземних вод на водозаборах повинен включати контроль деяких характеристик експлуатованого водоносного горизонту, таких як: рівні підземних вод у свердловинах та їх хімічний склад.

Рівні підземних вод опосередковано свідчать про кількість води у водоносному горизонті. При працюючому насосі, статичні рівні водоносного горизонту навколо свердловини знижуються. До свердловини починає надходити вода з дедалі більш віддалених від неї ділянок водоносного горизонту. Сформована депресійна лійка забезпечує безперервний приплив води до свердловини. Коли насос вимикається, підземні води навколо свердловини поступово відновлюються. Рівні, що формуються при вимкненому насосі, називаються статичними, а при включеному - динамічними. Для контролю за станом водоносного горизонту необхідно знати і статичні та динамічні рівні підземних вод.

Розглянемо ситуацію, коли свердловина погано працює, насос захоплює повітря, а воду не піднімає. Зрозуміло, розібратися в цьому допоможуть статичні та динамічні рівні [2, с. 93]. При включенні насоса рівень води різко падає, а після вимкнення поступово відновлюється до початкових значень. Тобто знижується лише динамічний рівень, а статичний не змінюється. При таких обставинах, справа в свердловині, вона закальматувалася - пори чи тріщини у водоносному обрїї навколо свердловини забилися глиною.

Цілком можливо, що свердловину можна відновити, а якщо ні, то пробурити нову поряд і продовжити добувати підземні води. Якщо статичні рівні знижені, водоносному горизонту не вистачає води. У таких випадках доводиться зменшувати видобуток води зі свердловини. Якщо з виміром статичного рівня все досить просто, то з визначенням динамічного рівня набагато складніше. Багато факторів впливає на рівень при роботі насоса у свердловині, це стан свердловини зони водоносного горизонту, вібрація занурювального насоса, потоки води всередині свердловини. Тому на великих водозаборах обов'язково повинні бути обладнані спостережні свердловини [3, с. 147].

За програмою моніторингу родовищ підземних вод України повинні відбуватися виміри рівнів підземних вод. Зазвичай рівні підземних вод вимірюються не рідше 1 разу на місяць. На свердловинах, від яких залежить дуже багато (водозабори промислових підприємств, великі міські водозабори) встановлюються системи автоматичного моніторингу.

На хімічний аналіз з свердловин проби води відбираються 1 раз на 3 місяці. Якщо свердловини використовуються для питного водопостачання, періодичність відбору проб та контрольовані показники якості підземних вод визначаються для кожного водозабору окремо та проходять узгодження в органах державної виконавчої влади. При відборі води зі свердловини на технічні потреби, склад води все одно необхідно контролювати. Виявлені зміни можуть вказувати на забруднення підземних вод або порушення цілісності свердловини [4, с. 33].

Ще один вид моніторингу підземних вод - контроль за їх можливим забрудненням [5, с. 270]. На об'єктах з потенційними джерелами забруднення підземних вод мають бути влаштовані мережі спостережних свердловин. Ці свердловини споруджуються задля моніторингу підземних вод. У цих свердловинах проводяться регулярні спостереження щодо проникнення забруднення в підземні води, вчасного його виявлення, розробки та здійснення необхідних превентивних заходів.

Забруднення підземних вод завдає величезної шкоди екології регіонів тому моніторингу підземних вод дуже важливий та не втрачає своєї актуальності. Останнім часом державні органи виконавчої влади приділяють особливу увагу питанню забруднення підземних вод [6, с. 146]. Є надія, що в найближчій перспективі це може обернутися новими законодавчими ініціативами. Як наслідок, величезними штрафами для підприємств, які не звертають увагу на забруднення підземних вод, тим самим внаслідок своєї господарської діяльності завдають довіллі істотних збитків. Несподівані прориви шламосховищ, накопичувачів промстоків, промислові аварії [7, с. 16], погано організовані зберігання хімічної сировини,

відходів виробництва у процесі господарської діяльності підприємств можуть стати забруднювачами ґрунтових вод.

Отже, внаслідок негативних процесів, які відбувається на підприємствах може відбуватися погіршення якості ґрунтових вод, і як наслідок погіршення екологічної обстановки по регіону. З метою виявлення, відстеження наслідків господарської діяльності підприємства з подальшою рекомендацією для вжиття ефективних заходів щодо їх захисту виконується екологічний моніторинг ґрунтових вод.

Список використаної літератури:

1. Іваненко В.С. Екологічні проблеми використання та охорона річок басейну Прип'яті // Transboundary Dniester River Basin Management and EU Integration – Step by Step : Proceedings of the International Conference Chisinau, October 27-28 2022 / editor: Ilya Trombitsky; editorial and scientific conference committee: Gheorghe Duca [et al.]. Chişinău: Eco-TIRAS, 2022 (Arconteh). С. 92-96. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/11848>.
2. Курепін В. М., Курепін В. М. Функціонування агропідприємств Миколаївський області в умовах воєнного стану // Екологічні та соціальні аспекти розвитку економіки в умовах євроінтеграції : матеріали Х всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Миколаїв, 25-27 жовтня 2023 року). Миколаїв : МНАУ, 2023. С 80-83. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/15754>.
3. Ivanenko V. Technological load on the natural environment of the Mykolaiv region: problems, solution ways. Науково-практична конференція, присвячена Всесвітньому метеорологічному дню «На варті кліматичних дій» та Всесвітньому дню водних ресурсів «Вода для миру» (м. Київ, 22-23 березня 2024 р.). Київ, 2024. С. 146-148. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/18868>.
4. Іваненко В. С., Курепін В. М. Солоня вода у водогінних мережах міста – вихід з ситуації чи екологічна проблема // Екологічна і техногенна безпека. Охорона водного і повітряного басейнів. Утилізація відходів : матеріали міжнар. наук.-техн. конф., Харків, 19–20 квіт. 2023 р. / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. С. 32-36. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/13842>.
5. Курепін В. М., Іваненко В. С. Екологія та війна, погляд через минуле у майбутнє, глобальні виклики, загрози // Ekologia i racjonalne zarządzanie przyrodą: edukacja, nauka i praktyka [Zasób elektroniczny]: materiały z międzynarodowej konferencji naukowo-praktycznej (Łomża – Żytomierz, 15.11.2023 r.). Łomża : MANS w Łomży, 2023. С. 265-275. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/16200>.
6. Курепін В.М. Відновлення та збереження водних ресурсів Південного Бугу на Миколаївщині // Transboundary Dniester River Basin Management and EU Integration – Step by Step : Proceedings of the International Conference Chisinau, October 27-28 2022 / editor: Ilya Trombitsky; editorial and scientific conference committee: Gheorghe Duca [et al.]. Chişinău : Eco-TIRAS, 2022 (Arconteh). С. 144-147. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/11850>.
7. Лотарева Д. Проблеми питної води в Україні: шляхи її вирішення // Захист водних ресурсів - Глобальні виклики, загрози опустелювання територій, міжнародні зобов'язання держав світу : тези доповідей здобувачів вищої освіти та інших учасників освітнього процесу за результатами проведеного тематичного «круглого столу» на обліково-фінансовому факультеті, м. Миколаїв, 22 березня 2023 року. Миколаїв : МНАУ, 2023. С. 15-17. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/12995>.

**Пранович К.О., здобувач вищої освіти
третього року навчання першого (бакалаврського)
рівня вищої освіти інженерно-енергетичного факультету
Науковий керівник: Курепін В.М., к.е.н., доц.
Миколаївський національний аграрний університет**

БЕЗВІДХОДНІ ТА МАЛОВІДХОДНІ ТЕХНОЛОГІЇ: ШЛЯХ РОЗВИТКУ ВІТЧИЗНЯНОЇ ЕКОНОМІКИ

Безвідходність діяльності людини представити нереально. Проте прагнення до скорочення відходів сьогодні диктуються жорсткими екологічними обмеженнями та економічними інтересами нашого суспільства [1, с. 271]. У життєдіяльності людини є багато парадоксів сучасності, один з них полягає в тому, що при зростанні добробуту населення, кількість відходів у розрахунку на одну людину неухильно зростає. І це незважаючи на інноваційний розвиток суспільства.

Фахівці-екологи викладають наступні дані статистики: кількість міських жителів в Україні зростає, об'єктивно у геометричній прогресії зростає і кількість сміття. Тому важливо сучасну стратегію поводження з відходами ґрунтувати на наступних принципах:

1. Екологічно небезпечні відходи повинні бути у найкоротші терміни переведені в безпечний стан. При цьому економічні або технологічні ефективності від технологій переробки вимагати обов'язково. Основний критерій вибору - переведення матеріалу в безпечний стан в найменш витратний спосіб.

2. Вітчизняні підприємства максимально вигідно повинні використовувати власні відходи. Цьому мають сприяти економічні та правові стимули виробництво [2, с. 50].

3. Переробка відходів повинна відбуватися без втрати компонентів, ресурсів, яких недостатньо у природі. Утилізація повинна відповідати вимогам та принципам створення безвідходних виробництв [3, с. 193]. Безвідходні або маловідходні технології будуються таким чином, щоб відходи та енергія використовувалися найбільш раціонально та комплексно, цикл відповідав умовам: «сировинні ресурси - виробництво - споживання - вторинні ресурси виробництво».

У країнах Європи досить успішно вирішується проблеми утилізації. Там система управління відходами передбачає наявність інтегрованої системи різних аспектів [4, с. 148]. До них відносять: соціальні, економічні, нормативно-правові, управлінські, технічні. Принципи сталого розвитку створюють основу ієрархії методів поводження з відходами, також визначають основний напрямок управління відходами. Ці принципи становлять основу всіх нормативних документів, пов'язаних із поводженням з відходами.

Законодавчі акти країн ЄС з одного боку, створюють умови для досягнення вимог до різних аспектів поводження з відходами, з іншого - встановлюють ці вимоги до різних аспектів поводження з відходами з урахуванням цільових показників розвитку. Це так званий цільовий показник ступеня видалення вторинної сировини та переробки, кількості компостних фракцій, що спрямовуються на поховання. Такі показники та вимоги необхідні для поетапного впровадження концепції управління відходами.

Нормативно-правова база ЄС будуючи політику поводження з відходами встановлює чітку ієрархію методів поводження з відходами. Ієрархія встановлює пріоритетні напрями розвитку технологій з урахуванням сталого розвитку. Основою системи управління відходами в провідних державах світу є концепції управління відходами з принципами сталого розвитку, деякі з них:

- дотримання ієрархії поводження з відходами, так звана пріоритетність - пріоритети розставляються так: запобігання, мінімізація, вторинне використання, використання матеріального потенціалу, використання енергетичного потенціалу, поховання;

- принцип обережності - існуюча загроза серйозної чи незворотної шкоди для навколишнього середовища чи здоров'я людини не повинна бути причиною відмови від реалізації економічно-ефективних заходів щодо запобігання деградації цього середовища, попри відсутності всеосяжних наукових доказів;

- принцип близькості - переробка та знешкодження відходів повинні бути якомога ближче від місць їх утворення. Це скорочує час, енергію, можливість аварій, фінансових витрат, впливу на навколишнє середовище, від транспортування. Інакше негативний вплив може переважити переваги від рециклінгу та інших методів поводження з відходами;

- принцип забруднювач платить - нести всі витрати, пов'язані із проведенням заходів щодо відновлення навколишнього середовища лягають на забруднювача. Встановлює фізичну та фінансову відповідальність виробника за весь життєвий цикл товару [5, с. 148].

Суспільству необхідна державна програма яка би забезпечувала умови екологічно-безпечного розвитку регіонів та країни. Зокрема, стабілізацію та скорочення забруднення навколишнього середовища відходами; економію природних ресурсів за рахунок максимально можливого вторинного залучення відходів у господарський обіг. Регіональні концепції повинні аналізувати ситуації, що існують в регіоні,

формувати уявлення та визначення можливих варіантів вирішення проблеми на основі досвіду європейських країн. Завданнями регіональних концепцій мають бути:

- розвиток відповідної нормативно-правової бази, яка має регламентувати весь процес поводження з відходами у регіоні [6, с. 142];
- створення економічних умов найбільш повного залучення відходів за рахунок використання вторинних ресурсів;
- створення правових та економічно-сприятливих умов для залучення малого та середнього бізнесу у сферу поводження з вторинними ресурсами.

Представлена стратегія поводження з відходами може отримати найвищу оцінку [7, с. 75]. Це може відбутися, якщо технологія пропонує використання найбільш перспективних методів поводження з відходами: запобігання, повторне використання, використання матеріального та енергетичного потенціалу.

Отже, екологічний стан сьогодення території України багато хто визнає як критичний. Відбуває інтенсивне забруднення природного довкілля. Незважаючи на спад виробництва зниження забруднень не відбувається. Підприємства перебуваючи в економічно кризових умовах стали економити і на природоохоронних витратах. На додаток до цього останні кілька десятиліть деякі підприємства нажалі впроваджували екологічно брудні технології. Сподіваємося, найближчим часом багато хто зійде з неправильного шляху і технології будуть маловідходними і безвідходними.

Список використаної літератури:

1. Курепін В. М., Іваненко В. С. Екологія та війна, погляд через минуле у майбутнє, глобальні виклики, загрози // *Ekologia i racjonalne zarządzanie przyrodą: edukacja, nauka i praktyka* [Zasób elektroniczny]: materiały z międzynarodowej konferencji naukowo-praktycznej (Łomża – Żytomierz, 15.11.2023 r.). Łomża : MANS w Łomży, 2023. С. 265-275. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/16200>.
2. Batsurovska I., & Kurepin V. (2024). Prospects for the use of wind power plants: advantages and environmental safety. Traditions and new scientific strategies in the context of global transformation of society. *Baltija Publishing*, 1, 34-55. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-406-1-2>.
3. Курепін В. М. Рециклінг та утилізація будівельних відходів в Україні: виклики та перешкоди. *Green Construction = Зелене будівництво : матеріали III міжнародної науково-практичної конференції* (м. Київ, 16-17 квітня). Київ : Київський національний університет будівництва і архітектури, 2024. С.192-197. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/17499>.
4. Ivanenko V. Technological load on the natural environment of the Mykolaiv region: problems, solution ways. Науково-практична конференція, присвячена Всесвітньому метеорологічному дню «На варті кліматичних дій» та Всесвітньому дню водних ресурсів «Вода для миру» (м. Київ, 22-23 березня 2024 р.). Київ, 2024. С. 146-148. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/18868>.
5. Орешко К. Ф. Кліматично нейтральні малі та середні бізнес-компанії: уникнути, зменшити, компенсувати. Екологія, природокористування та охорона навколишнього середовища: прикладні аспекти : матеріали VII всеукраїнської науково-практичної заочної конференції (м. Київ, 17 травня 2024 р.). Київ : МДУ, 2024. С. 34-37. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/18296>.
6. Іваненко В. С. Інновації у сфері безпеки: захист різних сфер діяльності місцевих громад. Розвиток територіальних громад: правові, економічні та соціальні аспекти : матеріали IV міжнар. наук.-практ. конф., (м. Миколаїв, 9 грудня 2024 р. Миколаїв : МНАУ, 2024. С. 141-144. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/20102>.
7. Загляда А.О. Розвиток екологічно безпечного виробництва, основні напрями подальшого розвитку виробництва екологічно чистої продукції. Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових розробок у виробництво : матеріали VII міжнар. наук.-практ. конф. (м. Миколаїв, 17-18 жовтня 2024 р.) / Міністерство освіти і науки України ; Миколаївський національний аграрний університет. Миколаїв : МНАУ, 2024. С. 74-76. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/19610>.

УДК 628.47

Рожанчук В.С., здобувач вищої освіти за освітнім ступенем «бакалавр» спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»
Гнатюк Б.Й., аспірант спеціальності 101 «Екологія»
Герасимчук Л.О., к.с.-г.н., доц.,
доцент кафедри екології та природоохоронних технологій
Державний університет «Житомирська політехніка»

УПРАВЛІННЯ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ: ПРОБЛЕМИ ТА ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ

Питання управління відходами є надзвичайно актуальним у сучасних умовах, оскільки їх кількість постійно зростає через інтенсивний розвиток економіки, урбанізацію та зміну способу життя населення. За даними Державної служби статистики України у 2022 р. в країні було утворено понад 10,5 млн. т. побутових відходів, що на 3,2% більше порівняно з попереднім роком. У Житомирській області утворено близько 240 тис. т. (2,3% загального обсягу по Україні). При цьому лише близько 6% відходів області було відправлено на переробку, тоді як основна частина (понад 90%) захоронювалася на полігонах та сміттєзвалищах, більшість з яких експлуатуються понад 25 років і мають серйозні екологічні ризики.

Проблеми у сфері поводження з відходами мають комплексний характер і стосуються не тільки екологічної, а й соціальної та економічної безпеки регіону. Незважаючи на наявність загальнодержавної Стратегії управління відходами до 2030 року, реальне впровадження її положень на місцях потребує значного посилення, зокрема в питаннях створення інфраструктури для роздільного збору, переробки та утилізації відходів. На увагу заслуговує концепція Zero Waste, що передбачає не просто зменшення кількості відходів, а й зміну підходів до споживання ресурсів на всіх рівнях – від індивідуального до муніципального. Досвід країн Європейського Союзу доводить, що завдяки популяризації принципів нульових відходів деякі держави вже досягли показника переробки побутових відходів понад 60% (Німеччина – 67%, Австрія – 58%). Популяризація принципів нульових відходів є перспективним напрямом і для громад Житомирської області, адже вона сприяє не тільки зменшенню навантаження на навколишнє середовище, а й розвитку місцевої економіки за рахунок вторинної переробки ресурсів.

Значну роль у процесах зменшення обсягів відходів відіграє громадськість. Активна участь населення у заходах зі збору, сортування та зменшення відходів є одним із ключових факторів успіху. За результатами всеукраїнських опитувань понад 62% громадян готові сортувати відходи за умови створення необхідних умов. У Житомирі проведення громадських акцій, таких як участь у «Всесвітньому дні чистоти», залучає щороку понад 5 тисяч волонтерів, що свідчить про високий рівень екологічної активності громади.

Серед рекомендацій для місцевої влади щодо покращення ситуації у сфері управління відходами варто виділити наступні: розробка місцевих програм управління відходами, впровадження роздільного збору та систем компостування, розвиток інфраструктури переробки, активізація інформаційно-просвітницьких кампаній, створення економічних стимулів для населення та бізнесу.

Таким чином, вирішення проблем управління відходами у Житомирській області можливе лише за умови комплексного підходу, який передбачає поєднання інфраструктурних, освітніх, економічних та правових заходів, активне залучення громадськості та підтримку з боку держави. Лише спільними зусиллями влади, бізнесу і населення можна побудувати ефективну систему управління відходами, яка сприятиме сталому розвитку регіону та збереженню навколишнього середовища для майбутніх поколінь.

Список використаної літератури:

1. Herasymchuk L., Patseva I., Valerko R., Ustyomenko V. Military actions in Ukraine as ecocide and challenge to Formulas of peace. Present Environment and Sustainable Development. 2024. Vol. 18, no 2.
2. Герасимчук Л.О., Валерко Р.А., Долінська Н.Ф. Вітер О.В. Аналіз стратегій поводження з твердими побутовими відходами в умовах Коростишівської територіальної громади. Екологічні науки. 2023. № 2 (47). С. 222-227. DOI: 10.32846/2306-9716/2023.eco.2-47.36.
3. Герасимчук Л.О., Валерко Р.А., Довбаш В.В. Регіональний аспект поводження з відходами у Житомирській області в контексті сталого розвитку. Екологічні науки. 2022. № 1 (40). С. 104-109.
4. Герасимчук Л.О., Валерко Р.А., Бондар А.В., Шевченко К.П. Особливості поводження з побутовими відходами у м. Житомир. Екологічні науки. 2023. №3 (48). С. 132-137.
5. Shamrai, V., Leonets, I., Melnyk-Shamrai, V., Patseva, I., Naumov, Y. Reuse of stone working enterprise slurry in geopolymer and concrete products. Mining of Mineral Deposits. 2024. Vol. 18(4). P. 10-17.
6. Patseva I., Nonik L., Gnatuk B., Patsev I., Ustyomenko V. Increasing the level of ecologically oriented logistics system in the waste management for territorial communities. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2024. Vol. 1415. 012131.
7. Герасимчук Л.О., Пацева І.Г., Валерко Р.А. Ефективність сфери управління відходами в розрізі регіонів України. Věda a perspektivy. 2024. №5(36). С. 319-333.

НЕБЕЗПЕКИ ПЛАСТИКОВИХ ТА НАФТОПРОДУКТОВИХ ВІДХОДІВ РУЙНАЦІЙ У КОНТЕКСТІ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

Руйнація інфраструктури внаслідок воєнних дій або техногенних катастроф супроводжується утворенням великої кількості небезпечних відходів, серед яких особливу загрозу становлять пластикові матеріали, нафтопродукти та вибухонебезпечні речовини (ВНР). Пластик, завдяки своїй хімічній інертності, розкладається сотні років, утворюючи мікропластик, що проникає в ґрунт, воду, живі організми та зрештою в харчовий ланцюг людини. Накопичення мікропластику спричиняє хронічні захворювання, алергії та порушення функціонування органів.

Сучасні збройні конфлікти, стихійні лиха та масштабні руйнування інфраструктури супроводжуються утворенням великої кількості різноманітних відходів. Значну загрозу для довкілля та здоров'я населення становлять пластикові, нафтопродуктові та вибухонебезпечні залишки. Ці компоненти відходів мають високу стійкість до розкладу, токсичність і здатність до акумулювання в природних середовищах, що обумовлює їхню особливу екологічну небезпеку.

Пластик у відходах руйнацій – одна з найсерйозніших екологічних проблем. Через свою інертність пластик розкладається надзвичайно повільно – від 100 до 1000 років. За цей час він дробиться на мікропластик, який проникає у ґрунт, водойми, живі організми і стає частиною харчових ланцюгів. Мікропластик накопичується в тканинах рослин, риб, тварин і навіть людей, провокуючи хронічні запалення, порушення імунної системи та потенційно канцерогенні процеси. Додаткову небезпеку створює згоряння пластикових матеріалів, унаслідок чого в атмосферу потрапляють діоксини, фурани та інші високотоксичні речовини, що спричиняють захворювання дихальної системи та онкологічні патології. Небезпека зростає при спалюванні пластикових відходів, у результаті чого в атмосферу потрапляють діоксини та фурани – токсичні канцерогени. Основними джерелами пластику у відходах руйнацій є будівельна ізоляція, пакувальні матеріали та елементи електроніки. Система управління цими відходами повинна включати сортування, переробку, мінімізацію первинного використання та впровадження екологічних технологій.

Не менш загрозливими є нафтопродукти, що проникають у навколишнє середовище з пошкоджених транспортних засобів, покрівельних матеріалів, енергетичного обладнання та промислових об'єктів. Їх висока токсичність, леткість та здатність до довготривалого забруднення створюють бар'єри для відновлення екосистем. Потрапляння таких речовин у ґрунт та воду призводить до отруєння живих організмів, руйнування харчових ланцюгів і забруднення джерел питної води.

Окрему категорію становлять боєприпаси та вибухонебезпечні речовини, які є джерелом довготривалого екологічного ризику. Їх розклад у довкіллі супроводжується утворенням токсичних сполук – тротилу, гексогену, білого фосфору, що негативно впливають на рослинність, тваринний світ і здоров'я людини. Крім того, нерозірвані снаряди становлять постійну загрозу для населення навіть десятиліттями після завершення конфлікту. Ефективне управління відходами руйнацій вимагає багаторівневого підходу: ідентифікації небезпечних залишків, їхньої утилізації, очищення територій та просвітницької роботи серед населення. Особливо важливою є міжнародна координація зусиль у сферах розмінування, розробки стандартів безпечної утилізації та запровадження технологій відновлення екосистем. Такий інтегрований підхід сприятиме захисту довкілля, збереженню здоров'я населення та забезпеченню сталого розвитку постконфліктних територій.

Список використаної літератури:

1. Demchuk L., Patseva I., Nonik L., Voynalovych I. Logistics processes of destruction waste. *Journal Environmental Problems*. 2025. № 10(1). P. 13-19
2. Patseva I., Nonik L., Gnatuk B., Patsev I., Ustyomenko V. Increasing the level of ecologically oriented logistics system in the waste management for territorial communities. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2024. Vol. 1415. 012131.
3. Пацева І., Нонік Л., Устименко В. Азбест у відходах руйнувань: виклики і перспективи безпечного управління відходами в умовах післявоєнної відбудови. *Проблеми хімії та сталого розвитку*. 2024. №4. С. 83-92. DOI: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-11>
4. Пацева І.Г., Нонік Л.Ю. Стратегічний аналіз передумов впровадження логістичних підходів у систему управління відходами на регіональному рівні. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. К.: Видавничий дім «Гельветика», 2024. № 2(53). С. 77-83
5. ПАЦЕВА І., НОНИК Л. (2023). Рециклінг відходів руйнації - крок до зменшення ризиків воєнного екоциду. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 2023. №3. с. 73–81. <https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-3-10>
6. Нонік Л.Ю., Пацева І.Г., Пічкур Т.В. Розроблення стратегії управління відходами руйнацій в умовах воєнного стану. *Екологічна безпека та технології захисту довкілля* №4. 2023. с. 40-47.

УДК 504.4 +502.51

Скурковський Д.Р., здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
Сікач Т.І., асистент кафедри екології та природоохоронних технологій
Державний університет «Житомирська політехніка»

ВОДНІ РЕСУРСИ СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ: ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Враховуючи критичну ситуацію з водозабезпеченням в Україні, зазвичай в населених пунктах та районах, постраждалих від збройних атак, перше завдання – розробити та реалізувати всебічну стратегію відновлення пошкодженої водної інфраструктури. Саме сюди входить не лише фізичне відновлення мережі для водопостачання та очисних споруд, але й впровадження сучасних, ефективних та економічно надійних систем очищення води та дезінфекції. Використання передових технологій є ключовим для мінімізації несприятливих наслідків забруднення різного походження та забезпечення безпечної питної води групам, які відповідають визначеним стандартам якості. Водночас з відновленням інфраструктури, важливо врахувати ризики для населення, що пов'язані з поганою якістю питної води.

В результаті збройних нападів на Україну завдано непоправної шкоди системі водопостачання, системі очищення води та стічних вод, що позбавляє населення від отримання високоякісної питної води, особливо в районах постраждалих в наслідок воєнних дій, що збільшило ризик інфекцій та призвело до погіршення умов проживання, а також пошкодження хімічних компаній і знищення промислових об'єктів й товарів, каналізаційних систем призвело до масштабного проникнення небезпечних хімічних речовин у поверхневі та підземні води, яка створює довгострокову загрозу для екологічної безпеки та здоров'я населення. Забруднення джерел важкими металами, токсичними промисловими відходами та патогенними мікроорганізмами є прямим загрозою для життя та здоров'я людини.

Стабілізація та покращення якості води в цих регіонах вимагає експлуатаційного та всебічного моніторингу умов джерела води та негайного введення ефективних методів очищення, які включають використання мобільних систем фільтрації, доступ до альтернатив, безпечного водопостачання та значного збільшення урядового контролю над якістю питної води на всіх етапах постачання. питання ускладнюється відсутністю або нерегулярністю інформації щодо якості ґрунтових вод.

Крім того, було надано загальні рекомендації представникам об'єднаних територіальних громад та органам місцевого самоврядування щодо вибору найбільш доцільних методів очищення для всіх досліджених джерел. Впровадження цих рекомендацій має бути організовано насамперед на рівні громади, щоб максимально оперативно забезпечити мешканцям доступ до якісної та безпечної води.

Зокрема, для джерел з незадовільною оцінкою якості води першочерговим є проведення освітлення, спрямованого на зменшення каламутності та вмісту завислих речовин, а в окремих випадках – зниження кольоровості води. Для досягнення цієї мети найбільш ефективним є використання технічних схем швидкої фільтрації з комбінованими фільтруючими завантаженнями.

Враховуючи незадовільний стан значної частини водопровідних мереж, спостерігається значне погіршення якості води на віддалених від водозабору ділянках. У таких випадках необхідна додаткова обробка води безпосередньо в розподільчій мережі або у кінцевого споживача. Рекомендується застосовувати технічні схеми фільтрації на основі швидких напірних фільтрів (з полімерними багат шаровими фільтруючими елементами колбового типу), що можуть встановлюватися безпосередньо у водопровідних колодязях, або ж індивідуальних повільно діючих фільтрів (комбінованого завантаження, фільтрів-гличиків).

Проблема підвищеного вмісту солей (а також сполук кальцію та магнію, що зумовлюють жорсткість води) у багатьох джерелах обґрунтовує загальну рекомендацію щодо додаткової обробки води безпосередньо в точці її розподілу (у кінцевого споживача). Для цього доцільно використовувати технічні схеми фільтрації з подальшим застосуванням іонного обміну або зворотного осмосу. З організаційної точки зору, оптимальним є розділення вхідних потоків води та проведення спеціальної доочистки лише тієї частини, що призначена для питних цілей та приготування їжі.

Особливої уваги потребують всі джерела води, що характеризуються високими концентраціями сполук азоту (нітратів, амонію). У таких випадках необхідно вжити комплексних заходів щодо поліпшення якості води, починаючи з ретельного контролю результатів аналізу та виявлення першопричин забруднення і закінчуючи організацією спеціальної водопідготовки. Стратегічно важливим є запобігання забрудненню водних джерел сполуками азоту шляхом впровадження найкращих практик екологічного менеджменту та моніторингу в сільському господарстві та комунальній сфері. Загальною технічною рекомендацією для очищення води з високим вмістом сполук азоту є використання технічної схеми фільтрації з подальшим застосуванням повноцінного зворотного осмосу для води, призначеної для пиття. Однак, враховуючи, що зворотний осмос є енергоємною технологією, що потребує тиску, а більшість виявлених забруднених джерел є колодязями, громадяни, які змушені використовувати воду з цих джерел, часто фактично позбавлені технічної можливості індивідуально доочищати воду.

На основі здобутих даних проведено SWOT-аналіз (табл. 1), де окреслено основні проблеми та шляхи вирішення. Проведений SWOT-аналіз показує, що, незважаючи на серйозні проблеми забруднення води у сільській місцевості (зумовлені як внутрішніми слабкостями, такими як недостатній моніторинг, так і зовнішніми загрозами, як інтенсивне сільське господарство та природні фактори), існують значні перспективи для покращення ситуації.

Таблиця 1

SWOT-аналіз проблем та перспектив покращення якості води у сільській місцевості

Проблеми	
Слабкі сторони	Загрози
Недостатній моніторинг і контроль якості води: Відсутність систематичних досліджень та слабкий контроль з боку державних органів призводять до несвочасного виявлення та реагування на забруднення. Дефіцит якісної питної води: Зниження якості підземних вод та відсутність альтернативних джерел ускладнюють забезпечення населення чистою водою, особливо за відсутності централізованого водопостачання.	Забруднення води нітратами та пестицидами: Інтенсивне сільське господарство є постійним джерелом забруднення, що важко контролювати через велику кількість дрібних господарств та не завжди раціональне використання агрохімікатів. Забруднення органічними речовинами: Неправильне зберігання та утилізація відходів тваринництва та інших органічних речовин створюють постійну загрозу бактеріального забруднення та поширення патогенних мікроорганізмів. Високий рівень заліза та важких металів: Природні фактори та діяльність промислових підприємств можуть призводити до накопичення шкідливих речовин у водних джерелах, що складно усунути. Засолення води: Нерівномірне та надмірне використання підземних вод для зрошення може призвести до незворотних процесів засолення, роблячи воду непридатною для використання.
Перспективи вирішення проблеми	
Сильні сторони	Можливості
Впровадження ефективних технологій очищення води: Існує доступ до сучасних методів очищення (фільтрація, іонний обмін, зворотний осмос, біологічні методи), які можуть значно покращити якість води. Можливість зміни підходів у сільськогосподарській діяльності: Впровадження раціонального використання добрив, органічних відходів та екологічно чистих технологій у землеробстві може суттєво зменшити забруднення.	Розширення системи моніторингу якості води: Встановлення нових пунктів контролю та використання сучасних аналітичних методів і автоматизованих систем дозволять більш оперативно та ефективно відстежувати якість води. Розвиток законодавчого регулювання: Посилення контролю за забруднювачами та впровадження жорсткіших екологічних стандартів створять правові рамки для покращення ситуації. Розвиток систем централізованого водопостачання: Будівництво та реконструкція водоочисних станцій забезпечать більший доступ населення до якісної питної води. Підвищення екологічної свідомості населення: Освітні програми та популяризація екологічно відповідальної поведінки можуть зменшити антропогенний вплив на водні ресурси.

Отже, використання сучасних технологій очищення води та зміна підходів у сільськогосподарській діяльності є важливими внутрішніми силами. Розширення системи моніторингу, розвиток законодавчого регулювання, розбудова централізованого водопостачання та підвищення екологічної свідомості населення створюють сприятливі зовнішні можливості. Для ефективного вирішення проблем необхідно комплексно використовувати наявні сильні сторони та можливості для мінімізації впливу слабких сторін та нейтралізації загроз. Це вимагає скоординованих зусиль з боку державних органів, сільськогосподарських виробників, органів місцевого самоврядування, наукових установ та громадськості.

Список використаної літератури:

1. Валерко Р. А. Оцінка стану екологічної безпеки питного водопостачання сільських населених пунктів з використанням ризик-орієнтованого підходу. Вісник НУВГП. Серія «Сільськогосподарські науки». 2024. Вип. 4(108). С. 20-31. <https://doi.org/10.31713/vs420242>.
2. Герасимчук Л.О., Пацева І.Г., Валерко Р.А., Малиновська В.В., Луньова О.В. Державний нагляд за дотриманням вимог природоохоронного законодавства на території Житомирської та Рівненської областей. Екологічні науки. 2024. Вип. 1(52), Т.2. С. 146-150.
3. Валерко Р.А., Герасимчук Л.О., Пацева І.Г., Устименко В.І., Шацilo Є.Г. Встановлення причинно-наслідкових зв'язків між захворюваністю населення та якістю питної води джерел нецентрального водопостачання. Екологічні науки. 2024. Вип. 1 (52), Т.2. С. 23-28.
4. Валерко Р. А., Герасимчук Л. О., Пацева І. Г., Бондарчук В. М., Войналович І. М. Системний аналіз як методологічний підхід до розробки стратегічної моделі покращення екологічної безпеки сільського водопостачання. Природнича освіта та наука. 2024. № 5. С. 62-66.
5. Валерко Р. А., Герасимчук Л.О., Пацева І.Г., Бондарчук В.М., Войналович І.М. Оцінка прогресу досягнення Цілі Сталого Розвитку № 6 в Україні. Екологічні науки. 2024. Вип. 4 (55). С. 197-201.
6. Ельнікова Т.О., Коцюба І.Г., Герасимчук О.Л., Скиба Г.В. Дослідження екологічного стану річки Ірша. Водні біоресурси та аквакультура. Херсон. 2021. Вип. 1 (9). С. 18-26.

**Трубічук А.П., здобувач освітнього ступеня «магістр»
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»
Мельник-Шамрай В.В., к.с.-г.н., доц.,
доцент кафедри екології та природоохоронних технологій
Державний університет «Житомирська політехніка»**

ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА ПРИРОДООХОРОННІ ТЕРИТОРІЇ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Внаслідок російської агресії значну шкоду зазнали природоохоронні території нашої держави. Через вибухи, пожежі та бойові дії знищуються унікальні природні оселі та гинуть рідкісні види флори та фауни. Забруднення територій мінами та вибухонебезпечними предметами унеможливило проведення природоохоронних робіт, моніторингу та наукових досліджень. Пожежі в лісах часто залишаються неконтрольованими, оскільки доступ до таких зон є небезпечним. Втрата біорізноманіття, деградація ґрунтів та водних ресурсів є прямим наслідком військових дій. Крім того, внутрішня міграція населення посилює антропогенне навантаження на безпечні природоохоронні території. Це призводить до зростання незаконного використання природних ресурсів, зокрема самовільних рубок, полювання та збирання рослин.

Станом на 1 січня 2024 року в Україні налічується 9002 території та об'єкти природно-заповідного фонду, загальна площа яких становить 4,569 млн га. Співвідношення фактичної площі природно-заповідного фонду до загальної площі країни становить – 6,93 %. За результатами аналізу геопросторових даних щодо меж потенційно забруднених вибухонебезпечними предметами територій та зон окупації, було встановлено, що 1426 об'єктів природно-заповідного фонду України постраждали внаслідок збройної агресії росії [1]. Це становить 16,5 % від загальної кількості таких об'єктів у межах країни (рис. 1). Результати свідчать, що найбільше під впливом військових дій за кількістю територій природно-заповідного фонду опинилися заказники та пам'ятки природи це майже 1200 об'єктів. Варто відмітити, що 131 природоохоронна територія потрапила під окупацію, загальна площа становить – 182746 га.

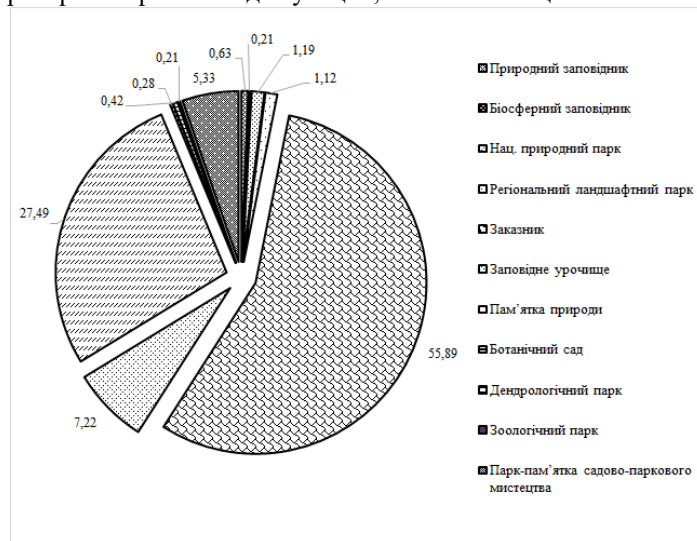


Рис. 1. Розподіл територій та об'єктів природно-заповідного фонду, що опинилися під впливом воєнних дій

Бойові дії, що охопили частину Житомирської області, нанесли значну шкоду природно-заповідному фонду регіону. Знищення лісів, замінування територій, порушення екосистем, ускладнення доступу до заповідних об'єктів та припинення природоохоронних заходів – все це суттєво вплинуло на стан довкілля та біорізноманіття. Зокрема, території, які мають високу природну цінність, втратили належний рівень охорони. На території Житомирської області впливу військових дій зазнав природний заповідник «Древлянський» та заказники місцевого значення – «Галове», «Древлянський», «Калинка», «Раївка», загальна площа пошкоджень становить 71379 га. Майже 99,4 % пошкоджень припадають на природний заповідник «Древлянський» та ландшафтний заказники місцевого значення «Древлянський».

«Древлянський природний заповідник» є унікальним природним об'єктом, адже територія заповідника має високі рівні радіоактивного забруднення, що спричинило неможливість проведення різних господарських заходів, і дало природі можливість відновитися самостійно. Перш за все, заповідник

знаходиться біля прикордонної зони з північними районами, де відбувалися активні бойові дії, тому екосистеми заповідника зазнали фізичного руйнування: деякі ділянки були пошкоджені артилерійськими обстрілами, а переміщення військової техніки спричинило порушення ґрунтового-рослинного покриву. Так, в 2022 році внаслідок захоплення ближніх сіл в Народицькій громаді та постійних обстрілів виникали лісові пожежі. Всього по заповіднику було відмічено понад 20 пожеж, які охопили 3200 га території заповідника [2]. Фахівці екоінспекції здійснили розрахунок екологічних збитків, завданих довкіллю внаслідок забруднення атмосферного повітря через лісові пожежі на території природного заповідника «Древлянський». Загальна сума завданої шкоди перевищила 14,5 мільярда гривень [3]. В результаті таких пожеж було завдано значних збитків біологічному різноманіттю природоохоронної території. Прикладом є загоряння та понівечення 600-річного дуба (рис. 2) заввишки понад 25 метрів [4].



Рис. 2. Понівечений російськими військами 600-річний дуб

Під час відступу російські військові замінували територію Древлянського заповідника, що створює серйозну загрозу для його працівників. Це не лише ускладнює їхнє пересування на об'єкті, але й суттєво перешкоджає доступу до осередків пожеж. Зараз територія природного заповідника частково розмінована, але й досі є небезпека для працівників галузі що ускладнює проведення господарських заходів на природоохоронній території.

Гідрологічний заказник «Галове» розташований у Коростишівському районі Житомирської області, має важливе значення завдяки торф'яникам, які мають екологічну та кліматичну цінність. Під час повномасштабного вторгнення територія заказника зазнала негативного впливу, що пов'язано з проявом незаконних рубок та підпалів.

Ландшафтні заказники місцевого значення «Калинка» та «Раївка» розташовуються в межах філії «Радомишльське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України». Військові дії негативно вплинули на біологічне різноманіття та екосистеми, що призвело до зменшення чисельності видів, порушення природних середовищ існування та інших екологічних проблем.

У післявоєнний період надзвичайно важливо зосередити увагу на відновленні потерпілих територій, що передбачає розмінування, відновлення природних ландшафтів, проведення лісокультурних та протипожежних заходів, а також оновлення наукового моніторингу. Не менш важливо забезпечити стабільне фінансування, навчання фахівців та створення ефективних механізмів управління в надзвичайних умовах. Тільки за таких умов природоохоронні території зможуть зберегти свою екологічну роль та стати основою для сталого розвитку регіону.

Список використаної літератури:

1. Зібцев С.В., Сошенський О.М., Голдаммер Й.Г., Миронюк В.В., Борсук О.А., Гуменюк В.В., Мешкова В.Л., Василюк О.В., Букша І.Ф. Лісоуправління на територіях, забруднених вибухонебезпечними предметами. WWF-Україна, 2022. 148 с.
2. Мурин С.С., Мельник-Шамрай В.В. Вплив військової агресії на стан природоохоронних територій. Тези XVIII Всеукраїнської наукової on-line конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених з міжнародною участю «Сучасні проблеми екології», 6 жовтня 2022 року. Житомир:Житомирська політехніка, 2022. С. 11-12.
3. Пожежі у заповіднику «Древлянський» на півночі Житомирській області, спричинені ракетними обстрілами, завдали шкоди на 14,5 млрд грн. Режим доступу: <https://surl.li/qmvdqg> (дата звернення: 25.04.2025 р.).
4. Заповідник на півночі Житомирщини оговтується після бойових дій. Режим доступу: <https://surl.li/omtqhl> (дата звернення: 25.04.2025 р.).

Хитрич С.В., студент, 4 курс, група ЗНЗ-21,
Науковий керівник: Скиба Г.В., к.т.н., доц.
Державний університет «Житомирська політехніка»

ОЦІНКА ВПЛИВУ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ГРАНІТНОГО КАР'ЄРУ НА ГІДРОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ В РАЙОНІ ВИДОБУТКУ

Видобуток корисних копалин спричиняє зміни у водному балансі території, зниження рівня ґрунтових вод або, навпаки, підтоплення сусідніх територій; потенційне забруднення водоносних горизонтів продуктами вивітрювання порід або техногенними компонентами. Крім того, видобуток, розробка кар'єру спричиняє зміну напрямків підземного стоку, що впливає на живлення річок, озер або інших водойм поблизу. Є ризик утворення карстових явищ або осушення важливих водоносних горизонтів, що може негативно вплинути на водопостачання місцевого населення.

Вивчення впливу виробничої діяльності кар'єру на гідрологічні процеси проводилось на прикладі Сліпчицького родовища габро-нориту і лабрадориту. Родовище розташоване в межах північно-західної частини Українського кристалічного щита і відноситься до середньо протерозойських інтрузивних порід Коростенського комплексу.

Район робіт відноситься до басейну р. Дніпра. Ділянка лежить на правому схилі долини р. Бистріївка – лівої притоки р. Тетерів. Відстань від північної межі гірничого відводу до русла становить 150 м. До компонентів природного середовища, які зазнають впливу від розробки кар'єру відносяться підземні води, що поширені в районі «Сліпчицьке-І» родовища лабрадориту. Виходячи з геологічних умов території у межах родовища лабрадориту виділені наступні зони підземних вод.

1. Водоносні горизонти й комплекси:

- водоносний горизонт в алювіальних відкладах голоцену;
- водоносний комплекс у водно-льодовикових, льодовикових, озерно-льодовикових відкладах середнього неоплейстоцену;
- водоносний горизонт у відкладах новопетрівського регіоярису міоцену (полтавський);
- водоносний горизонт у відкладах сеноманського ярусу верхньої крейди;
- водоносний комплекс в тріщинуватій зоні кристалічних порід і їх корі вивітрювання.

2. Водотриви:

- товща строкатих глин;
- каоліни мезозой-кайнозойської кори вивітрювання.

Гідрогеологічні умови Сліпчицького родовища характеризуються наявністю двох водоносних горизонтів.

Перший водоносний горизонт відноситься до м'яких відкладів четвертинного періоду, які представляють собою, головним чином, дрібнозернисті кварцові піски. Цей горизонт зустрітий на родовищі всіма розвідувальними свердловинами. Глибина залягання дзеркала ґрунтових вод змінюється від 0 до 3,05 м. Рух підземних вод в межах родовища прослідковується погано. Розвантаження водоносного горизонту проходить в діючий кар'єр.

Другий водоносний горизонт відноситься до тріщинуватої зони кристалічних порід. Ці два водоносних горизонти гідравлічно зв'язані між собою.

Відповідно до звіту про геологорозвідувальні роботи 2019 року очікуваний водопритік в кар'єр Сліпчицького родовища габро-нориту і лабрадориту на період його максимального відпрацювання з урахуванням середньорічних атмосферних опадів, складе 3296,3 м³ на добу.

Дослідження показують, що видобуток корисних копалин у цій зоні призводить до забруднення водних об'єктів, зміни їх гідрохімічних характеристик та порушення природного стану водойм.

При оцінюванні гідрологічних змін потрібно враховувати кліматичні особливості і антропогенні чинники, вплив яких найбільш ймовірний і істотний, що впливає із аналізу стану природного середовища у заданий проміжок часу. При цьому, вплив антропогенного чинника може бути оцінений величинами відхилень основних показників від їх фонових, що первісно відображають природні умови їх формування. Одним із найпотужніших антропогенних чинників впливу на стан природного середовища на Житомирщині є гранітні кар'єри, серед яких і вивчався Сліпчицький кар'єр лабрадориту, розташований неподалік смт. Черняхів, що створює серйозну потенційну екологічну загрозу геоекосистемі поліської зони. При оцінюванні впливу техногенних факторів на умови водообміну територій, як правило, аналізуються, насамперед, зміна рівнів напірних, ґрунтових і поверхневих вод, а також їх хімічний склад. На сьогодні розглядають декілька основних антропогенних чинників, які суттєво впливають на екологічну рівновагу Житомирського Полісся, а саме: осушувальні меліорації, розробка родовищ природного каменю, збільшення водоспоживання населення (включаючи інтенсивний полив садів, яких в останні роки посаджено чимало), розвідка нових родовищ у районі та, власне, глобальні зміни клімату.

Для оцінки впливу на навколишнє середовище водовідливу з діючого кар'єру «Сліпчицьке - 1» використано метод аналізу динаміки коливання рівнів води на водопостах озер і річок. Цей метод дозволяє дати оцінку відносних змін характерних показників на будь-який відрізок часу, коли для аналітичного прогнозу ще недостатньо вихідних даних. Порівнюючи існуючі на сьогодні дані змін рівнів води у навколишніх гідросистемах, спостерігаємо загальну тенденцію до зниження

Хоча коливання відбуваються сезонно, спостерігається залежність коливань рівнів напірних вод від опадів та температури повітря з деяким запізненням до півроку. Коливання рівнів ґрунтових вод швидше реагує на кількість опадів, оскільки область їх живлення співпадає з областю поширення. Реакція рівнів напірних вод ближче за характером до змін рівня у річці Бистрийка, що пояснюється переважанням в її живленні напірних вод. Враховуючи, що малі річки даного регіону мають тісний гідравлічний зв'язок, то така ж картина спостерігається і на інших річках [1]. Проведений раніше [2] розрахунок водного балансу в цьому районі показав, що поповнення річок та озер відбувається за рахунок напірних вод і безпосередньо від надходження в них атмосферних опадів.

Мінімальні збитки, що будуть завдані внаслідок міжбасейнового перекачування підземних вод можна наближено розрахувати згідно розробленої нормативної методики формування вартості послуг з подачі води на зрошення, промислові та комунальні потреби [3]. Враховуючи, що невідомі технологічні схеми по відкачуванню води з кар'єру, кількість насосів, їх продуктивність, електрична потужність, то була прийнята вартість відкачуваного кубічного метра води $B=1$ грн/м³ (табл.). Починаючи з 2017 року водовідлив з кар'єру збільшується, а, отже, збільшується і сума збитків, яка у 2017 р. складала 2 720 тис. грн/рік, а у 2018 р. – 3 632 тис. грн на рік. За розрахунками, при роботі кар'єру на повну потужність екологічні збитки прогнозовано становитимуть 10 240 тис. грн на рік лише за рахунок зниження водності басейнів річок Чорного моря.

Таблиця

Розрахункові збитки завдані міжбасейновим перекачуванням підземних вод

Рік	Водовідлив, м ³ /добу	Екологічні збитки, тис.грн	
		доба	рік
2012	1600	1,600	560,500
2015	1300	1,300	420,000
2017	7340	7,340	2 720,360
2018	9020	9,020	3632,210
2019	10500	10,500	3 906,140
2040	28700	28,700	10 240,130

Таким чином, внаслідок міжбасейнового перекидання води будуть наноситися збитки все більше з кожним роком. Окрім того виникнуть негативні екологічні наслідки, які складно оцінити в грошовому еквіваленті, зокрема, кар'єр при розробці розкриває водоносний горизонт ґрунтових вод і водоносний горизонт мергельно-крейдиної товщі крейдианих відкладів, який є єдиним водоносним комплексом. Для Житомирського Полісся це буде мати непередбачувані негативні екологічні наслідки. Можливе зникнення окремих водойм, річки та озера будуть міліти та зменшуватиметься площа їх водного дзеркала, а берегова смуга заболочуватиметься, що призведе до зниження рекреаційних ресурсів. Можливе пересушення понад 40 тисяч гектарів сільськогосподарських та лісових угідь. В зону впливу потраплять численні населені пункти, в побутових криницях яких ймовірно зникне вода, що потребуватиме додаткових фінансових ресурсів для забезпечення населення господарсько-питною водою. Системні екологічні проблеми транскордонного впливу діяльності кар'єру полягають ще і в тому, що при зниженні рівнів ґрунтових вод навіть на один метр можуть зникнути деякі види гідрофільної флори і фауни.

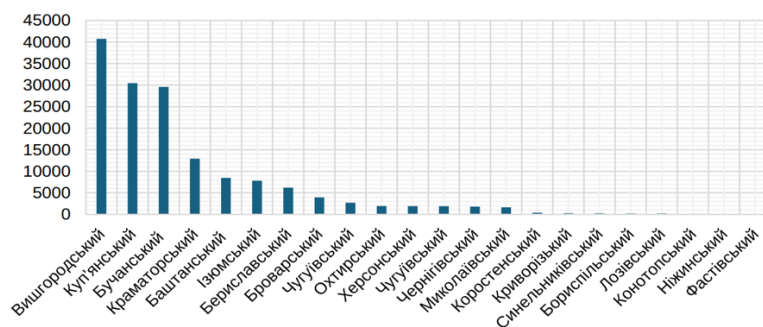
Список використаної літератури:

1. Смілий, П.М., Гопчак, І.В., Басюк, Т.О. (2021). Екологічна оцінка якості поверхневих вод Житомирського Полісся. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*, 2 (60), 41–48. <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2021.2.5>.
2. Lavryk, O., Volovyk, V., Maksiytov, A., & Tsymbaliuk V. (2022). Optimization variations of valley-river landscape-technical systems of the Right Bank zone of Ukraine. *Journal of geology, geography and geocology*. 31(3), 504–512. <https://doi.org/10.15421/112246>.
3. Diatel, O. (2018). Розрахунки та прогнозування впливу розробки родовища «Хотиславське» на гідродинаміку ґрунтових і підземних вод Західного Полісся. *Екологічна безпека та природокористування*, 26(2), 65–76. <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2018.2.65-76>
4. Ельнікова Т.О., Коцюба І.Г., Герасимчук О.Л., Скиба Г.В. Дослідження екологічного стану річки Ірша. *Водні біоресурси та аквакультура*. Херсон. 2021. Вип. 1 (9). С. 18-26.

Хоменко В.В., студент, 4 курс, група ЗЕ-12,
факультет технологій, будівництва та раціонального природокористування
Науковий керівник: Хоменко О.М., к.х.н., доц., завідувач кафедри екології
Черкаський державний технологічний університет

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВОЄННИХ ДІЙ В УКРАЇНІ НА СТАН ДОВКІЛЛЯ

Одним із довгострокових наслідків військової агресії росії на території нашої країни є вплив бойових дій на довкілля та значні порушення екосистем. До найбільш негативних наслідків для екосистем відносять хімічне забруднення територій масового застосування боєприпасів, а також техногенні катастрофи в результаті обстрілів об'єктів критичної інфраструктури та промислових підприємств. Враховуючи те, що Україна належить до аграрних країн із 70,5% площі сільськогосподарських угідь, то військові дії можуть спричинити значні механічні пошкодження орних земель та хіміко-біологічне забруднення родючих ґрунтів важкими металами та їх сполуками, алюмінієм, залізом, міддю та іншими сполуками. За даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України та Державної екологічної інспекції загальна сума екологічних збитків, що нанесені довкіллю російською збройною агресією, складає понад 2,78 трлн гривень станом на листопад 2024 року. До вагомих причин екологічних збитків відноситься забруднення атмосферного повітря внаслідок горіння нафтопродуктів, що обумовили викид 3,08 млн т забруднюючих речовин. Масове застосування військової техніки призводить до утворення значної кількості викидів парникових газів, до яких відносяться CO₂ та CH₄. Збройна агресія росії призвела до того, що Україна є однією із найбільш замінованих країн світу. За інформацією Державного підприємства «Ліси України» найбільші площі замінованих лісів знаходиться у Київській - 74548,76 га, Харківській - 41195,43 га, Донецькій - 12921,40 га та Миколаївській - 10113,87 га областях (рис. 1).



УДК 504.7:355.01(477:470+571)

**Хоменко С.В., здобувачка вищої освіти наукового ступеня «доктор філософії»
спеціальності 101 «Екологія»,**

**Кірейцева Г.В., к.е.н., доц., доцент кафедри екології
та природоохоронних технологій**

Державний університет «Житомирська політехніка»

АНАЛІЗ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ ВНАСЛІДОК РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ

Дослідження впливу військових дій на викиди парникових газів є надзвичайно актуальним з огляду на посилення глобальної кліматичної кризи та одночасне зростання кількості й інтенсивності збройних конфліктів у світі. Світ зіткнувся з війнами та збройними конфліктами високої інтенсивності, що призвело до значних людських втрат і руйнувань інфраструктури. Незважаючи на два десятиліття міжнародних дискусій про взаємозв'язок між безпекою і зміною клімату, питанню впливу військових дій на викиди парникових газів приділялося недостатньо уваги. Відсутня усталена методологія розрахунку викидів під час воєнних дій і консенсус щодо звітування про них. Конкретний випадок війни росії проти України демонструє масштаб цієї проблеми: лише за перші 18 місяців бойових дій викиди парникових газів склали 150 млн тонн CO₂-еквіваленту, що перевищує річні викиди такої індустріально розвиненої країни, як Бельгія.

Вплив військових дій на викиди парникових газів має комплексний характер і виходить за межі безпосередніх бойових операцій. Сюди входять викиди від споживання пального військовою технікою, виробництва та використання боеприпасів, будівництва фортифікаційних споруд, виробництва знищеної військової техніки, зміни маршрутів цивільних авіаперевезень, а також пожежі в лісах та інших екосистемах. Додатково слід враховувати майбутні викиди, пов'язані з відбудовою зруйнованої інфраструктури. Особливої ваги такі дослідження набувають у контексті досягнення цілей Паризької кліматичної угоди та забезпечення кліматичної справедливості. Принцип «забруднювач платить» повинен поширюватися й на викиди, спричинені військовими діями, що вимагає розробки механізмів встановлення відповідальності та компенсації кліматичної шкоди. Розуміння масштабів і структури таких викидів є першим кроком до визначення адекватної компенсації та розробки ефективних стратегій їх мінімізації та усунення під час післявоєнної відбудови [1].

Актуальність подальших досліджень у цій сфері зумовлюється кількома факторами. По-перше, сучасні збройні конфлікти характеризуються високою інтенсивністю та використанням енергоємної військової техніки, що супроводжується значними викидами парникових газів. По-друге, військові дії призводять до руйнування природних екосистем, які функціонують як природні поглиначі вуглецю, таким чином порушуючи вуглецевий баланс. По-третє, наслідки військових конфліктів для клімату мають довгостроковий характер і проявляються через необхідність відбудови зруйнованої інфраструктури, що є вуглецевоемним процесом [2].

Особливої актуальності набуває методологічний аспект проблеми – відсутність стандартизованих підходів до оцінки викидів парникових газів, спричинених військовими діями. Це створює прогалину у системі міжнародної звітності з питань клімату, оскільки військові викиди часто не враховуються належним чином у національних кадастрах парникових газів або взагалі виключаються з них.

Аналіз екологічних наслідків військової діяльності наразі ускладнюється відсутністю достовірної інформації щодо викидів парникових газів, спричинених збройними силами у світі. Ініціативи з підвищення прозорості та кліматичного моніторингу військового сектора лише починають формуватися. Попри це, дані свідчать про високе споживання енергії сучасними арміями навіть у мирний час, що обумовлюється використанням військової техніки (літаків, гелікоптерів, кораблів, танків) та розгалуженої допоміжної інфраструктури (аеродромів, доріг, військових баз, полігонів). Особливості військової діяльності зумовлюють пріоритет бойових характеристик над енергоефективністю, що в поєднанні з вимогами швидкого пересування військ та ускладненням озброєння призводить до значного споживання енергоресурсів. Порівняльний аналіз досліджень викидів парникових газів військовими структурами різних держав показує, що їхня частка становить щонайменше 1% від загальнонаціональних обсягів викидів.

Повна оцінка впливу військової діяльності на клімат повинна охоплювати широкий спектр факторів, включаючи викиди, пов'язані з виробництвом озброєння та військової техніки, боеприпасів, будівельних матеріалів, а також товарів і послуг для потреб збройних сил. Викиди парникових газів можна поділити на прямі (які виникають безпосередньо під час бойових дій або використання техніки) та непрямі (які є наслідком супутніх процесів, що підтримують або впливають з воєнної діяльності) (рис. 1) [3].



Рис. 1. Джерела викидів парникових газів внаслідок воєнних дій (розроблено автором на основі [3])

Отже, проведений аналіз викидів парникових газів внаслідок військових дій свідчить про надзвичайно масштабний негативний вплив на кліматичну систему. Активізація бойових дій супроводжується значним зростанням використання палива, причому співвідношення між авіаційним (може сягати двох третин загального обсягу) та дизельним (близько 20%) паливом залежить від характеру операцій та інтенсивності використання авіації. Повна оцінка впливу військової діяльності на клімат повинна охоплювати широкий спектр факторів, включаючи викиди, пов'язані з виробництвом озброєння та військової техніки, боєприпасів, будівельних матеріалів, а також товарів і послуг для потреб збройних сил. Сукупний вплив цих факторів, за науковими оцінками, у 2-5 разів перевищує прямі військові викиди.

Відшкодування кліматичних збитків, завданих внаслідок військової агресії, є ключовим питанням не лише з позицій міжнародного принципу «забруднювач платить», але й з огляду на необхідність забезпечення кліматичної справедливості. Дотримання принципу кліматичної справедливості вимагає розробки механізмів встановлення відповідальності країни-агресора за шкоду, заподіяну кліматичній системі. Компенсація кліматичних збитків дозволить Україні інвестувати у відновлення пошкоджених екосистем, які функціонували як поглиначі вуглецю, та здійснити низьковуглецеву відбудову зруйнованої інфраструктури за принципом «відбудувати краще, ніж було». Комплексне врахування як прямих джерел викидів (використання військової техніки, застосування озброєння, військові пожежі), так і непрямих (виробництво озброєння, логістичне забезпечення, відбудова інфраструктури, вимушене переміщення населення) у процесі відшкодування збитків забезпечить цілісний підхід до вирішення проблеми кліматичної шкоди та сприятиме довгостроковій стабілізації клімату.

Список використаної літератури:

1. Кірейцева Г.В., Хоменко С.В. Впровадження системи моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів як інструмент євроінтеграції України. Вісник Кременчуцького Національного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ. Випуск 1/2025 (150). С. 81-91.
2. IPCC. Зміна клімату 2021: Основи фізичної науки. Внесок Робочої групи I до Шостого звіту про оцінку Міжурядової групи експертів зі зміни клімату / за ред. В. Массон-Делмонт та ін. Cambridge: Cambridge University Press, 2021.
3. Вплив російської війни в Україні на клімат (24 лютого 2022 – 1 вересня 2023). Ініціатива з обліку викидів парникових газів внаслідок війни 1 грудня 2023. Ленард де Клерк, Микола Шлапак, Анатолій Шмурак, Ольга Гасан-Заде, Олексій Михайленко, Адріан Кортуїс, Євгенія Засядько, Андрій Андрусевич, Іван Городиський. URL: https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2024/01/Report-2023_December_UA.pdf.

Черній Р.О., аспірант спеціальності 101 «Екологія»
Шацило Є., аспірант спеціальності 101 «Екологія»
Державний університет «Житомирська політехніка»

ВПЛИВ ГРАНІТНОГО ВИДОБУТКУ НА СТАН ВОДНИХ РЕСУРСІВ: ЕКОЛОГІЧНІ ЗАГРОЗИ ТА ШЛЯХИ МІНІМІЗАЦІЇ

Області з розвинутою гірничодобувною промисловістю, зокрема зосередженою на видобутку граніту, характеризуються підвищеним рівнем антропогенного навантаження на природні ресурси, особливо на водні об'єкти. Серед основних чинників негативного впливу слід виокремити техногенну трансформацію ландшафту, зміну структури поверхневого та підземного стоку, а також надходження зворотних вод із високим вмістом домішок до водних тіл. Підприємства, що займаються видобутком та первинною обробкою гранітів, широко використовують воду в технологічних процесах – для промивки, знепилення, охолодження обладнання. Це призводить до утворення значних об'ємів технічних стоків, які часто скидаються у природні водойми або фільтруються у ґрунтові горизонти.

Зокрема, на прикладі діяльності підприємств у Центральній Україні можна спостерігати порушення гідрологічного балансу річкових систем, зміну хімічного складу води, зниження її прозорості та загальне погіршення якості. Формування штучних водойм – шламонакопичувачів, відстійників – змінює природний гідрорежим територій, послаблює здатність екосистем до самоочищення та призводить до накопичення шкідливих речовин. Особливої уваги потребує питання очищення зворотних вод, які після використання у технологічному процесі часто повертаються до довкілля без належної фільтрації. Вони містять завислі частки гірських порід, важкі метали, залишки мастил, а іноді й радіоактивні елементи, які можуть проникати у водні та ґрунтові системи.

Ситуацію ускладнює економічна привабливість гранітного бізнесу. Попит на граніт високий як в Україні, так і за її межами, що стимулює активну розробку нових родовищ. Проте зростання обсягів видобутку не завжди супроводжується належним контролем за дотриманням екологічних норм. Часто економічна вигода превалює над екологічною відповідальністю, а впровадження систем екологічного моніторингу та відновлення порушених земель залишається недостатнім. Гідроекологічні проблеми, пов'язані з видобутком граніту, включають не лише погіршення якості поверхневих вод, а й забруднення підземних вод через проникнення техногенних речовин у водоносні горизонти. У багатьох випадках це супроводжується деградацією лісових ґрунтів, зміною кислотності, зниженням родючості та формуванням вторинних заболочень або ерозійних процесів. Особливу небезпеку становить ведення вибухових робіт, під час яких у воду потрапляють нітратні сполуки, сульфати, іони магнію та кальцію. Такі хімічні зміни впливають на фізико-хімічні параметри води, зокрема на рівень рН, мінералізацію, електропровідність, прозорість. Усе це ускладнює умови для існування природних водних екосистем. Щоб мінімізувати негативний вплив видобутку граніту на водні ресурси, необхідно запроваджувати ефективні заходи: будівництво локальних очисних споруд, застосування замкнених водообігів, впровадження пілогозоуловлюючих систем, екологічний аудит підприємств, використання новітніх фільтраційних технологій, відновлення територій після завершення видобутку. Не менш важливим є регулярний моніторинг якості води, який має включати фізичні, хімічні та біологічні показники, а також участь у ньому не лише державних структур, але й наукових установ та громадських ініціатив.

Таким чином, регіони з активним видобутком граніту потребують особливого режиму водоохоронного управління. Сучасна гірничодобувна діяльність повинна будуватися на принципах екомодернізації, ресурсозбереження та збереження водних екосистем. Комплексна еколого-економічна оцінка має стати невід'ємною частиною підготовки будь-якого інвестиційного проєкту у сфері видобутку твердих корисних копалин. Лише за умов балансу між економічними інтересами та екологічною безпекою можливе стале управління природними ресурсами.

Список використаної літератури:

1. Valerko R., Herasymchuk L., Patseva I., Gnatuk B. Assessment of the ecological state of rural settlements by indicators of drinking water quality in the context of sustainable development. *Journal Environmental Problems*. 2024. № 9(1). P. 28-34
2. Пацева І.Г., Медвідь О.В. Стратегічний аналіз передумов впровадження моніторингових досліджень водних об'єктів з урахуванням видобутку граніту: SWOT та PEST-аналіз. *Науковий журнал «Екологічна безпека та технології захисту довкілля»*. 2025. №7. С.50-57
3. Єльнікова Т.О., Коцюба І.Г., Герасимчук О.Л., Скиба Г.В. Дослідження екологічного стану річки Ірша. *Водні біоресурси та аквакультура*. Херсон. 2021. Вип. 1 (9). С. 18-26.
4. Корніюк А.В., Пацева І.Г. Цифровий моніторинг якості води, виклики та рішення. *Екологічні науки*. 2023. Вип. 4 (49). С. 32-37.
5. Демчук Л.І., Пацева І.Г. Організація моніторингу та прогнозування кризових ситуацій. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна Серія «Екологія»*. 2023. Вип. 29. С.57-63

ОЦІНКА ВПЛИВУ ПРОМИСЛОВИХ СКИДІВ НА ВОДНІ ЕКОСИСТЕМИ: СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ТА ПІДХОДИ

Оцінка впливу промислових скидів на водні екосистеми є критично важливою складовою екологічного моніторингу та ефективного управління водними ресурсами. Забруднення водних об'єктів промисловими стічними водами призводить до деградації екосистем, втрати біорізноманіття, погіршення якості води та негативних наслідків для здоров'я населення. Сучасні методи оцінки забруднення ґрунтуються на міждисциплінарному підході, що об'єднує гідрохімічні, гідробіологічні, токсикологічні, геоінформаційні та математичні інструменти. Одним з базових методів є гідрохімічний аналіз, який дозволяє швидко визначити перевищення гранично допустимих концентрацій забруднювачів. Проте, для комплексної оцінки стану водної екосистеми необхідно використовувати біоіндикацію, екотоксикологічні дослідження та моделі екологічного ризику.

Значну роль відіграє розвиток геоінформаційних систем, що забезпечують інтеграцію просторово-часових даних про джерела забруднення, результати моніторингу та дозволяють прогнозувати розповсюдження забруднень. Використання таких систем у поєднанні з математичними моделями масопереносу дозволяє оцінити потенційні наслідки для екосистем та водокористування. Однією з головних проблем залишається відсутність або неефективність очисних споруд на багатьох підприємствах. Часто промислові стоки без належної очистки потрапляють до міських каналізаційних мереж або прямо у водойми. Це спричиняє додаткове навантаження на очисні системи міст, призводить до зростання штрафів для підприємств та до порушення санітарного стану водойм. Вирішення цієї проблеми потребує розробки ефективних технологій локальної очистки, адаптованих до специфіки виробничого процесу кожного підприємства. Будівництво очисних споруд повинно враховувати баланс між економічною доцільністю та екологічною ефективністю. Індивідуальні підходи до кожного типу виробництва мають враховувати технологію, використовувану сировину, кліматичні умови, якість води та інші чинники. Інтеграція інноваційних технологій з мінімальним використанням ресурсів дозволяє забезпечити якісне очищення та зменшити навантаження на довкілля.

Крім промислового забруднення, сучасні водні ресурси піддаються впливу змін клімату. Підвищення температур, посухи, інтенсивні опади та ерозія ґрунтів впливають на гідрохімічні параметри водойм, концентрацію забруднень, біологічну активність та загальний стан екосистем. Регулярний моніторинг із застосуванням фізико-хімічних, біологічних та дистанційних методів дозволяє оперативно реагувати на зміни, адаптувати стратегії управління та запобігати екологічним катастрофам. Значну роль у збереженні якості води відіграє участь громадськості. Громадський моніторинг, що базується на залученні мешканців до збору даних, сприяє формуванню екологічної свідомості та підвищує ефективність контролю. Водночас, законодавча база та стандарти охорони водних ресурсів забезпечують нормативну основу для сталого водокористування та захисту екосистем. Міжнародна співпраця у сфері управління водними ресурсами є ще одним критичним елементом. Водні об'єкти часто мають транскордонний характер, тому спільні зусилля країн щодо моніторингу, обміну даними, реалізації проєктів та впровадження інтегрованого управління басейнами сприяють зменшенню екологічних ризиків і підтримці сталого розвитку.

Отже, оцінка впливу промислових скидів на водні екосистеми потребує інтегрованого науково-обґрунтованого підходу з урахуванням сучасних технологій, міжгалузевої співпраці, активної участі громадськості та належного нормативно-правового регулювання. Це дає змогу своєчасно виявляти та мінімізувати ризики для водних ресурсів, зберігаючи їх для майбутніх поколінь.

Список використаної літератури:

1. Valerko R., Herasymchuk L., Patseva I., Gnatuk B. Assessment of the ecological state of rural settlements by indicators of drinking water quality in the context of sustainable development. *Journal Environmental Problems*. 2024. № 9(1). Р. 28-34
2. Пацева І.Г., Медвідь О.В. Стратегічний аналіз передумов впровадження моніторингових досліджень водних об'єктів з урахуванням видобутку граніту: SWOT та PEST-аналіз. *Науковий журнал «Екологічна безпека та технології захисту довкілля»*. 2025. №7. С.50-57
3. Єльнікова Т.О., Коцюба І.Г., Герасимчук О.Л., Скиба Г.В. Дослідження екологічного стану річки Ірша. Водні біоресурси та аквакультура. Херсон. 2021. Вип. 1 (9). С. 18-26.
4. Корніюк А.В., Пацева І.Г. Цифровий моніторинг якості води, виклики та рішення. *Екологічні науки*. 2023. Вип. 4 (49). С. 32-37.
5. Демчук Л.І., Пацева І.Г. Організація моніторингу та прогнозування кризових ситуацій. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна Серія «Екологія»*. 2023. Вип. 29. С.57-63
6. Нонік Л.Ю., Пацева І.Г., Пічкур Т.В. Розроблення стратегії управління відходами руйнацій в умовах воєнного стану. *Екологічна безпека та технології захисту довкілля* №4. 2023. с. 40-47.

УДК 504.003

**Щербаков О.Л., здобувач вищої освіти
третього року навчання першого (бакалаврського)
рівня вищої освіти інженерно-енергетичного факультету
Науковий керівник: Курепін В.М., к.е.н., доц.
Миколаївський національний аграрний університет**

ПОЄДНУВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ПОМ'ЯКШЕННЯ ДЕГРАДАЦІЇ ДОВКІЛЛЯ

Гостра проблема нашого часу - деградація навколишнього середовища, яка може бути серйозною загрозою екосистемам, біорізноманіттю та благополуччю людини. Багатогранна проблема, яка пов'язана з забрудненням довкілля, вирубкою лісів, нераціональним використанням ресурсів, зміною клімату тощо. Надія на позитивні зміни все ще можлива [1, с. 94]. Однак необхідні практичні та інноваційні рішення для боротьби з деградацією навколишнього середовища у яких визначені шляхи до стійкого та зеленого майбутнього.

Пом'якшить деградацію довкілля, зрозуміло, органічне землеробство, стійке сільське та лісове господарство. Є кілька причин користі довкіллю від органічного сільського господарства:

а) здоров'я ґрунту - створення здорового ґрунту, зрозуміло, залежить від практик органічного землеробства. Поєднання культур та органічні добрива, сівоzmіна покращують формування та структуру ґрунту. Це призводить до покращення кругообігу поживних речовин та енергії [2, с. 72]. Також покращує здатність утримувати воду у ґрунті, це знижує потребу в синтетичних добривах. Здоровий ґрунт, це ключова роль у боротьбі з ерозією ґрунту, до того ж підвищується родючість ґрунту;

б) водозбереження - ризик забруднення підземних вод знижує органічне сільське господарство. Зазвичай, при традиційному сільському господарстві ґрунтові води, як правило, забруднені синтетичними добривами та пестицидами. Органічне землеробство покращує структуру ґрунту та інфільтрацію води за рахунок використання органічних добрив, таких як компост і сидерати. Поряд з великою кількістю біорізноманіттям воно заощаджує воду та підтримує здоров'я ґрунту.

в) якість повітря та пом'якшення наслідків зміни клімату - пом'якшенню наслідків зміни клімату сприяє органічне землеробство. Для використання агрохімікатів потрібна велика кількість викопного палива. Скорочення використання агрохімікатів можна досягти за рахунок органічного сільського господарства, яке в свою чергу скорочує використання невідновлюваних джерел енергії. Більш того, секвестрація вуглецю у ґрунті досягається, як раз при органічному сільському господарстві. Це більший потенціал пом'якшення наслідків зміни клімату [3, с. 68];

г) біорізноманіття - збільшення фермерами біорізноманіття на кількох рівнях: використання різноманітного поєднання рослин та тварин (оптимізація кругообігу поживних речовин та енергії для сільськогосподарського виробництва); органічні поля, вільні від хімічних речовин (забезпечення відповідного довкілля для диких тварин). Збереження природних територій усередині та навколо органічних полів приваблює корисні організми, такі як запилювачі та хижаки-шкідники.

д) відновлювана енергія та енергоефективність - стає майбутнє неможливо без переходу до відновлюваних джерел енергії та підвищення енергоефективності. Це найважливіші кроки на шляху до здорового довкілля [4, с. 50]. Наріжним каменем цього переходу є сонячна, вітрова та гідроелектроенергія, геотермальна енергія тощо. Ці джерела енергії є чистими та стійкими. Вони різко контрастують з впливом викопного палива на довкілля. Викопне паливо забруднює повітря, має відношення до викидів парникових газів, зміни клімату та різних проблем зі здоров'ям людей. Як раз відновлювані джерела енергії і пом'якшують ці проблеми, забезпечують безпечніше та стабільніше енергопостачання. Ключовою стратегією вирішення проблеми деградації навколишнього середовища є освоєння відновлюваних джерел енергії та підвищення енергоефективності;

е) контроль забруднення та управління відходами - у боротьбі з деградацією навколишнього середовища має значення стратегія контролю забруднення та управління відходами. Основним джерелом забруднення довкілля є пластмаси. Їхнє розкладання може бути століттями, а продукти їхнього розпаду шкодять дикій природі та екосистемам. Необхідні альтернативні стратегії [5, с. 34]. Такі як біорозкладні матеріали, які не завдають шкоди довкіллю. Переробка грає вирішальну роль у управлінні відходами. Збільшуючи зусилля з переробки, ми можемо зменшити кількість відходів на звалищах, знизити викиди парникових газів.

е) участь спільноти та освіта - вирішальне значення у боротьбі з деградацією навколишнього середовища відіграє участь спільноти та освіта. Джерелом обізнаності про згубні наслідки деградації довкілля та вирішальної важливості впровадження стійких практик є освіта. Інформована спільнота про наслідки дій на навколишнє середовище [6, с. 129], з більшою ймовірністю буде брати участь у позитивних

змінах. Екологічну освіту необхідно впроваджувати через формальні та неформальні освітні та інші установи.

ж) політика та законодавство - суворе дотримання екологічних законів, які можуть ефективно стримувати деградацію довкілля. Політика повинна просувати стійкі методи та карати забруднювачів. До цього необхідні стимули, податкові пільги, гранти для тих, хто впроваджує екологічно-безпечні методи.

Отже, для боротьби з деградацією навколишнього середовища необхіден цілісний підхід, який буде поєднувати технології, спільноту та ефективну політику. Впроваджуючи ці рішення, ми можемо розраховувати на створення здоровішої планети та стійкого майбутнього для майбутніх поколінь.

Список використаної літератури:

1. Іваненко В.С. Екологічні проблеми використання та охорона річок басейну Прип'яті // Transboundary Dniester River Basin Management and EU Integration – Step by Step : Proceedings of the International Conference Chisinau, October 27-28 2022 / editor: Ilya Trombitsky; editorial and scientific conference committee: Gheorghe Duca [et al.]. Chişinău: Eco-TIRAS, 2022 (Arconteh). С. 92-96. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/11848>.
2. Андрос Т.С. Біологічне землеробство: перспективи, цілеспрямовані кроки до екологічного майбутнього. Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових розробок у виробництво : матеріали VII міжнар. наук.-практ. конф. (м. Миколаїв, 17-18 жовтня 2024 р.) / Міністерство освіти і науки України ; Миколаївський національний аграрний університет. Миколаїв : МНАУ, 2024. С. 71-74. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/19609>.
3. Курепін В. М. Іваненко В. С. Застосування цифрових технологій у сільському господарстві для досягнення цілей сталого розвитку. Modern Economics. 2024. № 47(2024). С. 62-69. DOI:[https://doi.org/10.31521/modecon.V47\(2024\)-09](https://doi.org/10.31521/modecon.V47(2024)-09).
4. Batsurovska I., & Kurepin V. (2024). Prospects for the use of wind power plants: advantages and environmental safety. Traditions and new scientific strategies in the context of global transformation of society. Baltija Publishing, 1, 34-55. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-406-1-2>.
5. Дідняк А. Стратегії оптимального використання природних ресурсів на підприємствах Миколаївської області // Збереження планети - глобальні виклики, загрози, можливості на засадах результативного партнерства : тези доповідей тематичного круглого столу з питань екологічної безпеки до Всесвітнього Дня Землі - Earth Day, м. Миколаїв, 20 квітня 2023 року / Миколаївський національний аграрний університет. Миколаїв : МНАУ, 2023. С. 33-36. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/13244>.
6. Курепін В. М. Іваненко В. С. Взаємодія місцевих органів влади та засобів масової інформації як фактор реалізації інформаційної політики при надзвичайних ситуаціях. Modern Economics. 2025. № 49(2025). С. 124-132. DOI:[https://doi.org/10.31521/modecon.V49\(2025\)-17](https://doi.org/10.31521/modecon.V49(2025)-17).